Rf 43

Botanisches Archiv

Zeitschrift für die gesamte Botanik.

Herausgegeben
von
Dr. CARL MEZ
Professor der Botanik an der Universität
Königsberg Pr.

IV. Band

Juli bis Dezember 1923.

B 7.02

MISSOURI BOTANICAL GARDEN LIBRARY
JUL 31 1924

Verlag des Repertoriums, Dahlem bei Berlin, Fabeckstraße Nr. 49.

Herrn GEORGE DETTLOFF, Herrn GEORGE T. RIEFFLIN
in New-York,
die in treuer vaterländischer Gesinnung
die deutsche Wissenschaft unterstützten,
deren Munifizenz die Erweiterung des
Botanischen Archivs ermöglichten

ist dieser Band hochachtungsvollst gewidmet.

INHALT DES VIERTEN BANDES.

THEODR BAIL,	Nekrolog von C. LAKOWITZ	2 - 3
OTTO JAAP,	Nekrolog von C. BRICK	4 - 8
WEINGERL, H.,	Beiträge zu einer Monographie der europäisch-asiatischen Arten aus der Gattung Draba, Sect. Leucodraba	9 - 109
LOESKE, L.,	Haplolepideen und Diplolepideen in bryosystematischer Beziehung	110 - 112
KLEINMANN, A.,	Über Kern- und Zellteilungen im Cambium	113 - 147
PFEIFFER, H.,	Histologische Untersuchungen an den Stämmchen von Lagenocarpus Dracaenula Pfeiff. und den Knollstöcken anderer Sclerieen	147 - 153
SCHWARZ, M.,	Über Regeneration und Verzweigung der Rhizome einiger Asparagoideen, besonders von Paris quadrifolius	154 - 180
BRANSCHEIDT, P.,	Zur Kenntnis der experimentellen Beeinflussung der Wachstumsfaktoren in der Pflanze	181 - 195
MUENCH, E.,	Zur Anatomie der Harzgänge von Pinus silvestris	195 - 200
SCHMUCKER, Th.,	Zur Morphologie und Biologie geophiler Pflanzen	201 - 248
KRASSKE, G.,	Navicula ventralis nov. spec.	248
SCHULZ, P.,	Plankton-Desmidiaceen	249 - 262
LINDINGER, L.,	Vorläufige Ergebnisse meiner zweiten Kanarenreise	263 - 277
NITSCHKE, R.,	Die geographische Verbreitung der Gattung Acalypha	277 - 317
STEINECKE, F.,	Über Beziehungen zwischen Färbung und Assimilation bei einigen Süsswasser-Algen	317 - 327
JEDWABNICK, E.,	Neue Arten der Gattung Eragrostis	327 - 328
LIPPS, Th.,	Über die Unter-Kreide-Flora Nordwest-Deutschlands, besonders die Flora des Barrémien von Hildesheim	329 - 381
SPIRGATIS, P.,	Untersuchungen über den Wachstumsfaktor Kohlensäure	381 - 403
STEINECKE, F.,	Limonitbildende Algen der Neide-Flachmoore	403 - 405
RUPPERT, J.,	Ophrys fuciflora x muscifera	405 - 412
HEUMANN, M.,	Über die Wachstumsbeschleunigung der Pflanzen bei vermindertem Sauerstoff-Druck	413 - 443
BUDDE, H.,	Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Blattes auf Grund volumetrischer Messungen	443 - 487

BOTANISCHES ARCHIV

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE BOTANIK.
HERAUSGEBER DR. CARL MEZ,
PROFESSOR DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT
KOENIGSBERG.

BAND IV HEFT 1. AUSGEGEBEN AM 1. JULI 1923.

Herausgeber: Prof. Dr. Carl Mez, Königsberg Pr., Besselplatz 3 (an diese Adresse alle den Inhalt d. Zeitschrift betreffenden Zusendungen). - Verlag des Repertoriums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49 (Adresse für den Bezug der Zeitschrift).

- Alle Rechte vorbehalten. Copyright 1923 by Carl Mez in Königsberg.

MITTEILUNG DES VERLEGERS UND DES HERAUSGEBERS.

Das Botanische Archiv erscheint vom IV. Bande ab in verstärktem Umfang. Die Zahl der vorliegenden wertvollen Arbeiten aus allen Gebieten unserer Wissenschaft ist so gross, dass die Zeitschrift ihrer wichtigsten Aufgabe, der Publikations-Not zu steuern, nur durch ganz erhebliche Erweiterung nachkommen kann.

Nicht ohne grosse Bedenken haben Verleger und Herausgeber des Archivs sich zu dieser Vergrösserung entschlossen. Die Erwägung durfte nicht ausser acht gelassen werden, dass mit der Menge des gelieferten Satzes auch der Preis weiter heraufgesetzt werden muss.

Es war bisher unser Bestreben gewesen, die an Irrsinn grenzende Preissteigerung aller Druckwerke nicht mitzumachen. Trotzdem mussten auch wir die Bezugspreise mehrmals, wenn auch mässig, erhöhen, denn Arbeitslöhne und noch mehr Ausgaben für Papier erreichen fast astronomische Ziffern.

Obgleich das Archiv teuerer geworden ist, blieben ihm seine Freunde treu, ja es vermehrte sich die Zahl seiner Bezieher andauernd in der erfreulichsten Weise. Wir bitten die jetzt notwendig werdende Preissteigerung an der Stärke des Bandes messen und besonders auch mit den Ausgaben vergleichen zu wollen, welche jede rasch gelesene und dann weggeworfene Nummer einer Tageszeitung heute erfordern!

FRIEDRICH FEDDE. CARL MEZ.

Nekrologe Deutscher Botaniker.

THEODOR BAIL

Von CONRAD LAKOWITZ (Danzig).

Hochbetagt ist der Geh. Studienrat Prof. Dr. TH. BAIL am 30. September 1922 in Danzig aus diesem Leben geschieden, geschätzt als einstmaliger Schulmann wie als Mann der Wissenschaft. Schlesier von Geburt - Hainau ist seine Vaterstadt, wo er am 5. Mai 1833 geboren wurde - wirkte BAIL nach Absolvierung seiner Studien u. Prüfungen in Breslau vom Herbst 1858 ab zunächst an einer höheren Lehranstalt in Posen und seit 1862 bis zu seiner Pensionierung Oktober 1900 ununterbrochen am Realgymnasium zu St. Johann in Danzig. Behördliche Ehrungen wurden ihm mehrfach zu teil, den neu eingeführten Titel "Geh. Studienrat" erhielt er 1913 als einer der ersten Schulmänner in Westpreussen. Ein glückliches Familienleben gab ihm Ruhe u. Sicherheit zu gedeihlichem Schaffen in seinem Beruf und für die Wissenschaft; rastlose Arbeitsfreudigkeit erfüllte den schlichten Lebensgang des Verstorbenen mit wertvollem Inhalt.

In erster Linie war BAIL Schulmann, voll Begeisterung für den Beruf, mitteilsam und anregend. Nicht wenige seiner Schüler wurden eifrige Jünger seiner, der botanischen Wissenschaft. Das Realgymnasium zu St. Johann in Danzig galt Jahrzehnte hindurch geradezu als Rekrutierungsgebiet für die botanischen Institute der Breslauer Universität. Ein Pädagoge von Gottesgnaden, gelang es BAIL, die im naturwissenschaftlichen Unterricht enthaltenen didaktischen und ethischen Werte bei der Erziehung der ihm anvertrauten Jugend voll zur Geltung zu bringen.

Aus diesen seinen erfolgreichen Bemühungen im Dienste der Jugendbildung heraus verfasste BAIL in den achtziger Jahren seine damals sehr zeitgemässen methodischen Leitfäden für den Unterricht in den biologischen Lehrfächern, die, inzwischen in 20 Auflagen herausgegeben, noch heute in zahlreichen Deutschen Lehranstalten in Gebrauch sind.

Wie nach innen, so trat BAIL auch nach aussen erfolgreich für den naturkundlichen Unterricht ein. Es galt, der Naturwissenschaft im Unterrichtsbetrieb der höheren Lehranstalten die gebührende Berücksichtigung und den Hochschulen einen für das Studium der Naturwissenschaft guten Nachwuchs zu sichern. Eine kurzsichtige Reaktion in der obersten Schulverwaltung Preussens hatte am Ende der 70-er Jahre aus Anlass des bekannten "Lippstädter Falles" den biologischen Unterricht aus den oberen Klassen der Realgymnasien verdrängt. Dagegen trat BAIL in Wort und Schrift auf und half die Wiedereinführung dieses zurückgedrängten Unterrichtes einleiten. Das Werk gelang; BAILs Name ist damit rühmlichst verknüpft.

Die unterrichtlichen Erfolge BAILs finden ihre Erklärung in seiner natürlichen Beanlagung für die praktische Unterrichtsbetätigung, in seinem guten Verständnis für die Psyche der Schuljugend, dann aber in dem Umstande, dass in ihm neben dem guten Pädagogen der rechte Mann der Wissenschaft einherging. Als Botaniker, im besondern als Pilzforscher, ist BAIL in der wissenschaftlichen Welt bekannt u. anerkannt. Schon als Student veröffentlichte BAIL Ergebnisse seiner Studien an Pilzen und Algen, die im botanischen Institut der Universität Breslau von ihm allein oder zusammen mit seinem Lehrer FERDINAND COHN ausgeführt waren, so z.B. in der "Hedwigia" 1856 Arbeiten über die systematische Stellung von *Sclerotium* und *Typhula* und über *Stephanosphaera pluvialis Cohn*. In seiner Dissertation "de faece cerevisiae" aus dem Jahre 1857, in seinem Vortrag im amtlichen Bericht der 35. Naturforscherversammlung in Königsberg 1861, in seinen "Mitteilungen über das Vorkommen und die Entwickelung einiger Pilzformen" im Osterprogramm des St. Johannis-Realgymnasiums 1867, in seinem Vortrag über Mycologie in der 2. allgemeinen Sitzung der Naturforscherversammlung in Frankfurt a.M. 1867, in seiner Abhandlung über "die Weinhefe als Keimungsprodukt der *Botrytis acinorum Pers.*" in den Verhandlungen der K. Leopold. Karol. Akad. d. Naturforscher Band 28, in kleineren Aufsätzen in der "Hedwigia" weist BAIL die Entwickelung der Hefe und die Wandlungen niederer Pilze unter veränderten äusseren Lebensbedingungen nach und findet, dass *Mucor*,

Penicillium, Gliederhefezellen in Maische durch Sprossung Alkoholgärung erregende Hefe erzeugen. "Somit ist aufs neue die zuerst von mir, dann von BERKELEY, HOFFMANN und HALLIER gemachte Beobachtung, dass die Hefe aus den Samen gewisser Pilze entsteht, bestätigt" und gleichfalls 1867 sagt BAIL: ..."Mir galt es nur den Satz zu bekräftigen, den ich, ehe mir die DARWINsche Theorie bekannt wurde, aufgestellt habe, nämlich dass bei den niederen Pilzen allein eine Veränderung der äusseren Verhältnisse genügt um mannigfaltige Formen zu erzeugen, die man bisher als selbständige Arten betrachtet hat". Bei der Durchsicht dieser Arbeiten stösst man übrigens auf eine BAIL eigene Methode zur Gewinnung von Reinkulturen niederer Pilze, sodass man berechtigt ist, seine "Pilzkisten" als Vorläufer der Reinkulturen späterer Forscher anzusprechen.

Eine Zusammenstellung der Hymenomyceten in Schlesien und der Niederlausitz veröffentlichte BAIL in den Verahndlungen der Schlesischen Gesellschaft für Vaterländische Kultur 1860.

Durch diese Arbeiten wurde damals die Aufmerksamkeit der wissenschaftlichen Kreise auf den jungen BAIL hingelenkt. Als nach NEES v. ESENBECKs Hinscheiden sein "System der Pilze" unvollendet zu bleiben drohte, wurde BAIL in jungen Jahren damit betraut, das bedeutsame Werk zu Ende zu führen. Und schon 1858 wurde ihm vom Österreichischen Kultusministerium der ehrenvolle Auftrag, ein Herbarium mycologicum typicum zusammenzustellen, wozu er auf Staatskosten eine wissenschaftliche Reise nach Tirol unternahm.

Die Bedeutung der niederen Pilze für die Lösung wissenschaftlicher Fragen begann zu jener Zeit mindestens geahnt zu werden, und daher kam es, dass BAIL nach dieser Richtung seine wissenschaftlichen Arbeiten erweiterte. Im besonderen widmete er sich dem Studium der durch Pilze hervorgerufenen Krankheiten der Insekten (Osterprogramm von St. Johann-Danzig 1867, Entomologische Zeitung 1867, Wiener medizinische Wochenschrift 1867) und erbrachte den Nachweis, dass gewisse forstverheerende Insekten z.B. Eulen- und Spannerraupen, in der *Empusa* einen bis dahin nicht beachteten Feind haben, zum Nutzen des Waldes und des Forstwirtes. Ferner erkennt BAIL als Ursache des schlimmen Lärchenkrebses die Mycelien der *Peziza Willkommi Hartig* (11. Versammlung des Forstvereins in Danzig 1862). Unterirdische Pilze (*Tuber mesentericum* u.a.m.) in Westpreussen, das Auftreten fremder Blütenpflanzen, monströser Formen, die Ausbildung androgyner Blütenstände bei verschiedenen Amentaceen, die Verbreitung der Mistel auf den verschiedensten Baumarten nachzuweisen und die Resultate in zahlreichen Aufsätzen in den Berichten des Westpreussischen Botanisch-Zoologischen Vereins und den Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu veröffetlichen, sind wissenschaftliche Arbeits BAILs, die gleichfalls Beachtung verdienen. Schon 70 Jahre alt, gab BAIL eine neue Studie über eine Käfer vernichtende Epozoqtie und Betrachtungen über Epizootien der Insekten im allgemeinen heraus in der Festschrift zu Ehren P. ASCHERSONs und fünf Jahre später veröffentlichte er eine auf Eigenbeobachtung gegründete Arbeit über Pflanzenmissbildungen und ihre Ursache, vornehmlich über mannigfache Entwickelung der Fliederblätter unter dem Einfluss der Raupen der Fliedermotte *Gracilaria syringella* (Berichte des Westpreuss. Botan.-Zool. Vereins 1908).

Dass eine geistig so regsame Natur einen weit reichenden Einfluss auf das Geistesleben Danzigs erlangen musste, war selbstverständlich. Und so erklärt es sich, dass BAIL bald nach seiner Versetzung nach Danzig 1862 ein hervorragendes arbeitendes Mitglied der altberühmten Naturforschenden Gesellschaft dort wurde. Als diese 1864 aus einer streng akademischen Vereinigung sich zu einer freien Vereinigung von Gelehrten und nicht akademischen Naturfreunden umbildete, wurde BAIL ihr neuer Führer, ein Ehrenamt, das er mit grossem Erfolg bis 1894 inne hatte. 1878 begründete BAIL den Westpreussischen Botanisch-Zoologischen Verein.

Alles in allem war's ein Dasein voll Arbeit, schlicht und einfach, aber reich an Erfolgen.

OTTO JAAP

Von C. BRICK (Hamburg).

Am 14. März 1922 verstarb in Hamburg im 58. Lebensjahre an einem Herzleiden **OTTO JAAP**, der sich um die Erforschung der Flora mehrerer Orte und Gegenden sowie durch die Herausgabe von 4 umfangreichen Sammlungen verdient und in weiten Kreisen bekannt gemacht hat.

OTTO JAAP wurde am 4. Juni 1864 in Triglitz in der Prignitz geboren, wo sein Vater Hofbesitzer und Amtsvorsteher war. Seine Schulbildung genoss er zunächst in der Dorfschule seines Geburtsortes, sodann in der Pritzwalker städtischen Mittelschule (Lateinschule), auf der sein Lehrer für Naturwissenschaften ihn besonders für die Botanik anregte, und schliesslich im Lehrerseminar in Kyritz in der Prignitz, wo sein Beispiel des Sammelns von Pflanzen und Insekten andere Schüler zu gleichem Tun veranlasste. Bereits hier trat er mit ASCHERSON in Verbindung. Am 1. April 1884 wurde er Lehrer in Jacobsdorf in der Prignitz und im Jahre 1886 Lehrer an einer Mädchenschule in der Rosenallee in Hamburg-St. Georg, an der er dann 26 Jahre hindurch wirkte. Schon früh wandte sich hier sein Interesse der Erforschung der heimischen Natur zu. Sein durch eine überstandene Influenza verschlimmertes Herzleiden veranlasste ihn, um seine Pensionierung nachzusuchen, die ihm auch mit dem 1. April 1912 gewährt wurde.

Mit seinen Studien beschäftigt, lebte er als Privatgelehrter bis zu seinem Tode teils in Hamburg teils in seinem Heimatsorte Triglitz bei seiner dort ansässigen unverheirateten Schwester, immer fleissig beobachtend und sammelnd. - **JAAP** war Junggeselle. Er war ein stiller Mensch, der meist für sich lebte und fast stets auch allein seine Ausflüge machte und sammelte. Jedoch konnte er auch mit andern recht vergnügt sein, und die Wanderversammlungen der grossen botanischen Vereinigungen wurden von ihm wiederholt besucht.

Die Ferien während seiner Lehrerzeit und die ihm nach seiner Pensionierung gegebene Musse benützte JAAP zu zahlreichen Reisen zunächst nach nahe gelegenen Orten Deutschlands und schliesslich nach Tirol, der Schweiz, Istrien und Dalmatien. So finden wir ihn, wie aus seinen verschiedenen Veröffentlichungen zu ersehen ist, im Juli 1897 auf der Insel Sylt, 1898 und 1899 zum Kuraufenthalt in Bad Nauheim in Oberhessen, im August 1899 in Heiligenhafen an der Ostsee, Mitte Juli bis Mitte August 1901 auf der nordfriesischen Insel Röm, im Juli 1904 auf Sylt, Amrum, Föhr und Röm, Ende August in Warnemünde, Mitte Juli bis Mitte August 1905 in der Schweiz und Triberg im Schwarzwald, im Juli 1906 in Oberhof im Thüringer Wald und sodann in Sersfeld im Rhöngebirge, Mitte Juli bis Anfang August 1907 in Südtirol und Kärnten, in der zweiten Hälfte des Juli 1908 im Seebade Glücksburg an der Ostsee, im August 1909 in der Eifel, Mitte Juli bis Mitte August 1910 in der Schweiz, sodann in Münster in den Vogesen, 1911 in Eisenach, Jena, Blankenburg und Stützerbach in Thüringen und sodann zur Kur wieder in Bad Nauheim, im April und Mai 1912 auf den Inseln Arbe und Lussin und in Abbazia in Istrien, Mitte April 1913 in Lugano, im März bis Anfang Juni 1914 in Dalmatien, im Juli 1917 in Garmisch-Partenkirchen, im August 1917 in Oberstdorf im Algäu und im Juli und August 1921 in Bad Reichenhall. An allen Orten wurden Sammlungen angelegt oder Aufzeichnungen gemacht, über die in verschiedenen Zeitschriften und Vereinsverhandlungen von JAAP meist auch berichtet ist.

Besonders aber war es sein Heimatsort Triglitz, dessen Umgebung er in seinen Ferien und später während seiner häufigen und langen Aufenthalte daselbst gründlichst botanisch und nach gewissen Richtungen hin auch entomologisch durchforschte. So hat er das sonst wohl kaum gekannte Triglitz durch seine Funde und Veröffentlichungen zu einem in den botanischen und besonders den floristischen Kreisen ausserordentlich bekannten Ort gemacht. Indes auch dem übrigen Teil der Prignitz widmete er seine Durchforschungs-Ausflüge.

Das an der Kümmernitz fast ganz versteckt in Gebüsch und Laubgehölzen liegende Dorf Triglitz bietet für derartige Beobachtungen ein günstiges Feld. Ein mannigfacher Wechsel der Bodenform, Lehm, Sand, Wiesen, Heide und Weide, Laub- und

Nadelwald auf einer verhältnismässig kleinen Fläche von 1000 ha, bedingt eine reiche Flora. Die alten Gebäude des Ortes mit ihren Stroh- und Ziegeldächern, die Feldsteinmauern an der Kirche und erratische Blöcke in der Umgebung sind mot Moosen und Flechten bewachsen. Mit Buschwerk bepflanzte Heckenwälle und diese begleitende Gräben begrenzen die Strassen. An den Wegen rings um den Ort sind Kopfweiden reichlich vorhanden. Fruchtbare Wiesen ziehen sich an den Ufern der Kümmernitz hin. Die Laubgehölze bestehen vorwiegend aus Eichen, Erlen und Birken, hin und wieder mit Kiefern untermischt; auch ein allein aus Eichen zusammengesetzter Bestand ist im "Hüling" vorhanden. Reine Buchenbestände finden sich nicht, aber die Buche tritt vereinzelt in den Laubgehölzen auf. Eine besondere Fundstätte war die nordwestlich von Triglitz bis zum Zieskenbache sich hinziehende Heide; sie ist zum Teil mit Kiefernwald bestanden, so namentlich zu beiden Seiten der nach Putlitz führenden Chaussee, zum Teil in Äcker verwandelt, enthält aber auch viele Wiesen und Weiden, Moore und Torfstiche.

Die erste Veröffentlichung von JAAP im Jahre 1894 betraf die Ü b e r p f l a n z e n auf den Kopfweiden bei Triglitz. Sie wurde angeregt durch mehrere zu jener Zeit erschienene Abhandlungen über diesen Gegenstand und durch die reiche Zahl von alten in der Umgebung des Dorfes stehenden Weiden mit vielen auf ihren Köpfen wachsenden Pflanzen, von denen 47 Arten in 6 Gruppen nach ihrer Verbreitungsweise aufgeführt werden. Ebenso behandelte er 1897 die auf Bäumen wachsenden Gefässpflanzen von Hamburg, deren Zahl, durch die feuchte Luft begünstigt, besonders gross ist; 139 Phanerogamen- und 3 Farnarten wurden auf 10 Baumarten festgestellt. Schliesslich gab er 1899 auch ein Verzeichnis der bei Bad Nauheim in Oberhessen von ihm beobachteten Überpflanzen.

Einen Beitrag zur G e f ä s s p f l a n z e n f l o r a der nördlichen Prignitz brachte JAAP im Jahre 1896, zur Flora von Meyenburg in der Prignitz 1897 und einen Bericht über die im Auftrage des Botanischen Vereins der Prov. Brandenburg unternommene botanische Exkursion nach Wittstock und Kyritz im Jahre 1902. Bei seinem Aufenthalt auf den nordfriesischen Inseln stellte er die Gefässpflanzenflora der Inseln Sylt und Röm zusammen, worüber er 1898 und 1902 Mitteilungen veröffentlichte.

Ein Jahrzehnt hindurch beschäftigten ihn besonders die M o o s e , über die er zahlreiche Zusammenstellungen in den Jahren 1898 - 1909 herausgab. Als erste findet sich 1898 ein Beitrag zur Moosflora der nördlichen Prignitz, und weitere bryologische Beobachtungen aus derselben Gegend aus dem Jahre 1900 und früheren Jahren wurden 1901 mitgeteilt; auch der erwähnte Bericht über Exkursionen nach Wittstock und Kyritz enthält eine Aufzählung der gefundenen Moose. Sodann betreffen mehrere ausführliche Arbeiten die Moosflora seiner zweiten Heimat Hamburg. Die ersten Beiträge zur Moosflora der Umgegend von Hamburg, die Beobachtungen vom Jahr 1890 an wiedergeben, und 60 bis dahin dort noch nicht aufgefundene Arten aufführen, erschien 1899, ein kurzer Bericht über einige für die Umgebung von Hamburg neue Moose 1902 und als Ergänzung 1905 weitere Beiträge zur Moosflora der Umgegend von Hamburg, in denen u.a. einige Arten genannt werden, die bei Hamburg kaum erwartet werden konnten. Der wiederholte Aufenthalt auf den nordfriesischen Inseln gab Gelegenheit für Beiträge zur Moosflora der Insel Sylt, auf der *Grimmia leucophaea Grev.* entdeckt wurde, zur Kryptogamenflora der Insel Röm 1902, wo als bemerkenswerte Funde *Lophozia alpestris (Schleich.) Steph.*, ein alpines Lebermoos, *Bryum römöense Jaap* und *B. rubens Mitt.* zu verzeichnen sind, und weitere Beiträge zur Moosflora der nordfriesischen Inseln Röm, Sylt, Amrum und Föhr 1905, in denen das seltene *Haplomitrium Hookeri (Sm.) Nees* angegeben wird. Eine Reise nach Thüringen 1905 benützte er gleichfalls zum Sammeln von Moosen, die er in einem kleinen Beitrag zur Moosflora des Thüringer Waldes bekannt gab; bemerkenswert darunter ist *Sphagnum balticum Russ.* vom Gipfel des Beerbergs. Schliesslich zählte er 1909 die von ihm bei Glücksburg an der Flensburger Föhrde beobachteten Moose auf. Bei der Bestimmung erfreute er sich der Unterstützung von K. WARNSTORF, V. SCHIFFNER u.a.

Gleichzeitig mit den Moosen wandte sich JAAPs Interesse auch den F l e c h t e n zu, bei deren Bestimmung ihm H. SANDSCHEDE half. So gab er 1902 ein Verzeichnis der bei Triglitz beobachteten Flechten heraus und in dem gleichen Jahre

gebrachten Bericht über die Exkursion nach Wittstock und Kyritz sind auch die gefundenen Flechten einbegriffen, denen sich dann 1909 lichenologische Beobachtungen in der nördlichen Prignitz anschlossen. Beiträge zur Flechtenflora der Umgegend von Hamburg gab er 1903 heraus und 17 Neuheiten für die Flechtenflora von Hamburg veröffentlichte er 1905. In den Mitteilungen zur Kryptogamenflora der nordfriesischen Insel Röm 1902 und zur Flora von Glücksburg 1909 werden auch die beobachteten Flechten aufgeführt.

Das Haupt-Forschungsgebiet von JAAP waren aber die P i l z e . Auch hier war sein Heimatsort Triglitz das am meisten Material liefernde Sammelgebiet. Schon im Jahre 1897 stellte er ein Verzeichnis der dort beobachteten Peronosporeen und Exoasceen zusammen, 1900 der Ustilagineen, Uredineen und Erysipheen, 1903 der Hymenomyceten, 1909 der Myxomyceten, 1910 der Ascomyceten und 1916 der Fungi imperfecti, in denen er eine grosse Zahl neuer Arten beschrieben, für Deutschland oder die Mark noch nicht beobachtete Pilze aufgeführt und neue Nährpflanzen der parasitischen Pilze und auch einige Infektionsversuche mit diesen angegeben werden. Auch in den in den Jahren 1905 - 1917 veröffentlichten 8 Verzeichnissen zu dem von JAAP herausgegebenen Exsiccatenwerk "Fungi selecti exsiccati" nr. 1 - 800 sind wohl die meisten Fundortsangaben von Triglitz. Weitere Beiträge zur Pilzflora von Triglitz sind dann in einer erst nach JAAPs Tode gedruckten Arbeit erschienen, in der 10 neue Ascomyceten von KIRSCHSTEIN beschrieben und 3 andere neue Pilzarten ohne Beschreibung von JAAP erwähnt werden. Eine Aufzählung der bei Lenzen an der Elbe beobachteten Pilze gab JAAP 1899, die bei seinen botanischen Exkursionen nach Wittstock und Kyritz gemachten Pilzfunde 1902 und einen ersten Beitrag zur Pilzflora der Umgegend von Putlitz 1904. Verschiedene recht seltene Arten konne JAAP für die Pilzflora der Insel Sylt feststellen, die er 1898 veröffentlichte, in den Beiträgen zur Kryptogamenflora der Insel Röm 1902 führt er unter den mitgeteilten Pilzen *Ascochyta salicorniae P. Magn.* und *Heterosporium Magnusianum Jaap* auf *Marthecium ossifragum* als neue Arten und in den 1907 erschienen weiteren Beiträgen zur Pilzflora der nordfriesischen Inseln 12 für die Wissenschaft neue Arten auf.

Auch seine sonstigen Aufenthalte und seine Reisen benützte JAAP stets zur Beobachtung der Pilzflora, über die er dann auch wegen der aufgefundenen seltenen oder neuen Arten berichtete, so 1901 über Pilze bei Heiligenhafen, 1905 bei Warnemünde, 1909 bei Glücksburg, 1906 aus dem Schwarzwald bei Triberg, 1907 aus dem Rhöngebirge, 1910 aus der Eifel, 1911 aus den Vogesen, 1914 bei Bad Nauheim und aus Thüringen. Auf seinen Reisen ausserhalb Deutschlands sammelte er eifrig Pilze und gab 1907 und 1917 Beiträge zur Pilzflora der Schweiz, 1908 der Österreichischen Alpenländer Südtirol und Kärnten und 1916 Dalmatiens heraus, in denen er zahlreiche neue Arten beschrieb.

Die auf den Pflanzen sitzenden Insekten und Milben und die durch sie erzeugten Gallen oder sonstigen Umgestaltungen der Pflanzenorgane riefen ferner seine Beobachtungs- und Sammellust hervor. So waren es namentlich die lange Zeit vernachlässigten S c h i l d l ä u s e , die er seit dem Jahre 1909 auf ihren Nährpflanzen in einer Exsiccatensammlung mit Unterstützung von L. LINDINGER herausgab und ein Verzeichnis der bei Triglitz beobachteten Cocciden veröffentlichte er 1914. Sodann beschäftigten ihn schon frühzeitig die G a l l e n der Pflanzen, denen er gleichfalls seit dem Jahre 1909 eine Exsikkatensammlung widmete und von denen er ein Verzeichnis der bei Triglitz beobachteten Zoocecidien im Jahre 1918 veröffentlichte und Beiträge zur Kenntnis der Zoocecidien Oberbayerns und ferner Dalmatiens und Istriens 1919 folgen liess. Ein erst nach dem Tode JAAPs erschienenes Verzeichnis von Zoocecidien aus der Prignitz und dem havelländischen Luch bringt viele neue Funde für die Gallenfauna der Mark. Zahlreiche neue Gallmücken wurden aus dem gesammelten Material erzogen und von EW. H. RÜBSAAMEN beschrieben, und 8 neue Gallmilben sind darauf von A. NALEPA festgestellt.

Ganz besondere Verdienste aber hat JAAP sich durch die Herausgabe verschiedener S a m m l u n g e n erworben. Im Jahre 1903 begann er mit den Fungi selecti exsiccati, in denen er neue, seltene und kritische Pilzarten in reichlich aufgelegten und schön präparierten Exemplaren darbieten wollte. Von dieser Samm-

lung sind 34 Serien in zusammen 850 Nummern erschienen, und Material zu 1 oder 2 Serien findet sich noch in seinem Nachlass. Zu dieser Sammlung sind in einem nach Centurien 1905 - 1917 erschienen Verzeichnis kritische Bemerkungen zu einzelnen Arten und die Beschreibung neuer Arten gegeben worden. Als Ergänzung zu diesen Fungi selecti gab JAAP dann seit 1907 die Myxomycetes exsiccati heraus, von denen 10 Serien zu je 20 Stück vorhanden sind; jede Art ist in einer Streichholzschachtel sicher untergebracht. Die Bestimmungen der JAAPschen Pilzsammlungen sind durchaus zuverlässig und sind vielfach von Spezialforschern der betreffenden Pilzgruppen, wie G. BRESADOLA, H. DIEDICKE, P. HENNINGS, F. v. HÖHNEL, W. KIRSCHSTEIN, G. LINDAU, P. MAGNUS, H. REHM u. a., die Myxomyceten von E. JAHN und Frl. G. LISTER revidiert worden. Ebenso sind die sonstigen Angaben auf den sauber gedruckten Zetteln von JAAP in der Literatur, die ihm in der Abteilung f. Pflanzenschutz in Hamburg zur Verfügung stand, genau nachgeprüft worden.

Später wandte sich JAAP auch den auf Pflanzen vorkommenden Tieren zu und gab seit dem Jahre 1909 eine Cocciden-Sammlung, von der 22 Serien mit zusammen 264 Nummern erschienen sind, und eine Zoocecidien-Sammlung in 26 Serien mit 264 Nr. heraus. Von beiden Sammlungen werden noch Nachlass-Serien erscheinen. Deutsche Schildlaussammlungen waren bisher noch nie angeboten worden; so hat JAAP sicherlich viel zur Verbreitung der Kenntnis dieser so sehr beachtenswerten und wenig bekannten Insektengruppe beigetragen. Für diese und für die Gallensammlung gelang es ihm auf seinen Ausflügen und Reisen zahlreiches geeignetes Material zu erbeuten, für dessen Bearbeitung er in den reichen Herbarien und Literaturschätzen der Abteilung für Pflanzenschutz in Hamburg willkommene Unterstützung fand.

In den letzten Jahren seines Lebens benützte er den Aufenthalt in Triglitz auch zur Erforschung der Insektenfauna seiner Heimat. So sammelte er eifrig und erfolgreich besonders Wanzen, Hummeln, Fliegen u.a., die zum Teil noch der Bestimmung bedürfen.

Von vielen seiner Funde in der Priegnitz überwies JAAP Belegexemplare dem Kryptogamenherbar des Botanischen Vereins der Prov. Brandenburg im Botanischen Museum in Dahlem. Sein Pilzherbar und die gesammelten Schildläuse sind durch Kauf und Schenkung in den Besitz der Abteilung für Pflanzenschutz in Hamburg übergegangen.

JAAP stand mit zahlreichen Botanikern in Beziehung und lieferte ihnen für ihre Arbeiten Material; sein Name ist daher auch vielfach in ihren Veröffentlichungen erwähnt. Von verschiedenen Autoren sind 21 Pilze und 6 Gallmücken mit dem Artnamen *Jaapii* oder *Jaapiana* belegt worden. und BRESADOLA hat im Jahre 1911 (Ann. mycol. IX) eine Thelephoraceen-Gattung *Jaapia* und RÜBSAMEN hat eine auf *Carex* lebende Gallmückengattung *Jaapiola* (Marcellia 1914) und eine andere auf Leguminosen Gallen erzeugende Cecidomyidengattung *Jaapiella*(Sitzungsb. Ges. Nat. Fr. Berl. 1915); die von ihm 1914 *Dasyneura Jaapiana* benannte Art muss nunmehr nicht sehr geschmackvoll *Jaapiella Jaapiana Rübs.* heissen.

Von JAAP selbst sind 150 neue Pilzarten aus Deutschland, der Schweiz, Kärnten und Dalmatien beschrieben worden. Bemerkenswert sind besonders auch die vielen neuen Funde für die Prignitz, die bei der vom Botanischen Verein der Prov. Brandenburg herausgegebenen Kryptogamenflora für die Mark Brandenburg verwendet werden konnten.

Der Verein ernannte JAAP in Anerkennung seiner so erfolgreichen Tätigkeit im Nordwesten der Provinz im Herbst 1921 zu seinem Ehrenmitgliede. Diese Ehrung, die während seiner letzten Krankheit eintraf, hat ihn ausserordentlich erfreut.

Verzeichnis der Abhandlungen von OTTO JAAP. - 1894. (1) Kopfweiden-Überpflanzen in der Prignitz (Verh. Bot. Ver. Brandenb. XXXVI, p. 101 - 104). - 1896. (2) Beitrag zur Gefässpflanzen-Flora der nördlichen Prignitz (Ebenda XXXVIII, p. 115 - 141). - 1897. (3) Zur Flora von Meyenburg in der Prignitz (Ebenda XXXIX, p. 10 - 18); (4) Verzeichnis der bei Triglitz in der Prignitz beobachteten Peronosporeen und Exoasceen (Ebend XXXIX, p. 70 - 74); (5) Auf Bäumen wachsende Gefässpflanzen in der Umgegend von Hamburg (Verh. Naturw. Ver. Hamburg 3. F. V, p. 1 - 17). - 1898.- (6) Beitrag zur Moosflora d. nördl. Prignitz (Verh. Ver. Bdbg. XL, p. 62 - 77); (7) Zur Moosflora der Insel Sylt (Schrift. Naturw. Ver. Schl.-Holst. XI, Heft 2, p. 249 - 252); (8) Zur Pilzflora d. Ins. Sylt (Ebenda p. 260 - 266);

(9) Zur Gefässpflanzen-Flora der Insel Sylt (Allg. bot. Ztschr. IV, p. 5-6, 19-20). - 1899.(10) Aufzählung der bei Lenzen beob. Pilze (Verh. Brandenb. XLI, p. 5 - 18); (11) Überpflanzen bei Bad Nauheim (D. b. Monatsschr. XVII, p. 129 - 131) (12) Beitr. z. Moosfl. d. Umg. v. Hamburg (Verh. Nat. Ver. Hamb. 3. F. VII, p.1-42). - 1900.- (13) Verz. der bei Triglitz i. d. P. beob. Ustilagineen, Uredineen und Erysipheen (Verh. Brandenb.XLII, p. 261 - 270). - 1901. - Bryolog. Beob. i. d. nördl. Prignitz aus dem Jahre 1900 und früheren Jahren (Ebenda XLIII, p. 54 - 71); (15) Ein kleiner Beitr. z. Pilzfl. v. Tirol (D. b. Monatsschr. XIX, p. 74 - 76, 136 - 140, 170 - 171); (16) Pilze bei Heiligenhafen (Schr. Nat. Ver. Schl.-Holst. XII, p. 44-50). - 1902. - (17) Z. Krypt.-Fl. d. nordfries. Insel Röm (Ebenda XII, p. 316 - 347); (18) Einige Not. z. Gefässpfl.-Fl. d. nordfr. Insel Röm (D. b. Monatsschr. XX, p. 28 - 29, 60 - 62); (19) Verz. d. b. Trigitz i. d. P. beob. Flechten (Verh. Brandenb. XLIV, p. 87 - 105); (20) Ber. über d. bot. Exk. n. Wittstock u. Kyritz (Ebenda XLIV, p. 118 - 138); (21) Ber. über einige f. d. Umg. v. Hamburg neue Moose (Allg. b. Z. VIII, p. 75 - 77). - 1903. - (22) Beitr. z. Flechtenfl. d. Umg. v. Hamburg (Verh. Nat. Ver. Hamburg 3. F. X, p. 20 - 57); (23) Verz.d. b. Triglitz i. d. P. beob. Hymenomyceten (Verh. Brandenb. XLV, p. 168 - 191). - 1904. - (24) Erster Beitr. z. Pilzfl. d. Umg. v. Putlitz (Ebenda XLVI, p. 122 - 141). - 1905. - (25) Weitere Beitr. z. Moosfl. d. nordfries. Ins. (Schr. Nat. Ver. Schl.-Holstein XIII, p. 65 - 74); (26) Weitere Beitr. z. Moosfl. d. Umg. v. Hamburg (Verh. Nat. Ver. Hamburg 3. F. XIII, p. 105 - 151); (27) Beiträge z. Pilzfl. v. Mecklenb. (Ann. mycol. III, p. 391 - 401); (28) Ein kl. Beitr. z. Moosfl. d. Thür. Waldes (Allg. b. Z. XI, p. 106 - 108, 124 - 128); (29) Einige Neuheiten f. d. Flechtenfl. Hamburgs (Ebenda p. 150 - 151). - 1905 - 1917. - (30) 1. - 8. Verz. zu meinem Exsiccatenwerk "Fungi selecti exsiccati" in Verh. Brand. XLVII, p- 77 - 99; IL, p. 7 - 29; L, p. 29 - 51; LII, p. 1 - 19; LIV, p. 17 - 31; LVI, p. 77 - 92; LVII, p. 8 - 25; LIX, p. 24 - 40). - 1906. - (31) Ein kl. Beitr. z. Pilzfl. d. Schwarzwaldes (Allg. b. Z. XII, p. 122 - 125). - 1907. - (32) Beitr. z. Pilzfl. d. Schweiz (Ann. myc. V, p. 15 - 33); (33) Weitere Beitr. z. Pilzfl. d. nordfries. Ins. (Schrift. Nat. Ver. Schl.-Holst. XIV, p. 15 - 33). - 1907 - 1908. - (34) Mycologisches a. d. Rhöngeb. (Allgem. b. Z. XIII, p. 169 - 171, 186 - 187, 202 - 206, XIV, p. 5 - 7). - 1908.(35)Beitr. z. Pilzfl. d. österr. Alpenländer (Ann. myc. VI, p. 192 - 221). - 1909(36) Zur Fl. v. Glücksburg (Schr. Nat. Ver. Schl.-Holst. XIV, p. 296 - 319); (37) Lichenol. Beobacht. i. d. nördl. Prignitz (Verh. Brandeb. LI, p. 37 - 47); (38) Verz. d. b. Triglitz i. d. P. beob. Myxomyceten (Ebenda p. 59 - 68). - 1910. - (39) Verz. d. b. Triglitz i. d. P. beob. Ascomyceten (Ebenda LII, p. 109 - 150); (40) Ein kl. Beitr. z. Pilzfl. d. Eifel (Ann. mycol. VIII, p. 141 - 151). - 1911. - (41) Ein kl. Beitr. z. Pilzfl. d. Vogesen (Ebenda XII, p. 1 - 32). - 1914. - (42) Pilze bei Bad Nauheim (Ebenda XII, p. 1 - 32);(43) Ein kl. Beitr. z. Pilzfl. v. Thüringen (Ebenda p. 423 - 437); (44) Verz. d. bei Triglitz i. d. P. beob. Cocciden (Verh. Brandenb. LVI, p. 135 - 142). - 1916. - Verz. d. b. Triglitz i. d. P. beob. Fungi imperfecti (Ebenda LVIII, p. 6 - 54); (46) Beitr. z. Kenntn. d. Pilze Dalmatiens (Ann. myc. XIV, p. 1 - 44). - 1917. - (47) Weitere Beitr. z. Pilzfl. d. Schweiz (Ebenda XV, p. 97 - 124). - 1918. - (48) Verz. d. b. Triglitz i. d. P. Beob. Zoocecidien (Verh. Brandenb. LX, p. 1 - 55). - 1919. - (49) Beitr. z. Kenntn. d. Zoocecidien Oberbayerns(Ebenda LXI, p. 1 - 29); (50) Beitr. z. Kenntn. d. Zoocecidien Dalmatiens (Zeitschr. f. wiss. Insektenbiolog. XI, p. 23 - 29, 88 - 95).

Nach dem Tode von JAAP sind erschienen: 1922.(51)Weitere Beitr. z. Pilzflora v. Triglitz in der Prignitz (Verh. Brandenb. LXIV, p. 1 - 60); (52) Verzeichnis der Zoocecidien aus der Prignitz und dem havelländischen Luch (Ebenda p. 60 - 92). - 1923. - (53) Verzeichnis von Zoocecidien bei Weinheim an der Bergstrasse (Deutsche entomologische Zeitschrift).

Beiträge zu einer Monographie der europäisch-asiatischen Arten aus der Gattung Draba, sect. Leucodraba.

Von HERMANN WEINGERL (Graz).

VORBEMERKUNG VON K. FRITSCH.

HERMANN WEINGERL war in den Jahren 1917 bis 1920 teils Demonstrator, teils Assistent an dem von mir geleiteten Institute für systematische Botanik an der Universität Graz. In derselben Zeit führte er die vorliegende Arbeit durch und wurde 1919 zum Dr. phil. promoviert. Leider starb er schon 1921 an einem chronischen Herzleiden. Er war kurz vor seinem Tode damit beschäftigt, den einzelnen von ihm untersuchten Herbarexemplaren die Revisionszettel mit seiner Bestimmung beizufügen, was aber nur zum kleinsten Teile wirklich durchgeführt wurde. Da jedoch in der vorliegenden Arbeit bei jedem von ihm eingesehenen Exemplar nicht nur Standort und Name des Sammlers, sondern auch das Herbarium, in welchem das Stück liegt, angegeben ist, so kann auch ohne Einfügung eines Revisionszettels in den allermeisten Fällen mit Sicherheit ersehen werden, wie er die einzelnen ihm vorgelegenen Herbarexemplare gedeutet hat.

Graz, am 26. November 1922.

EINLEITUNG.

Wie die ganze Familie der Cruciferen überhaupt, sind die Arten der Gattung *Draba* im Besonderen durch eine auffallende Einförmigkeit in der Gestaltung ihrer generativen, aber auch ihrer vegetativen Organe gekennzeichnet. Diese Einförmigkeit im Verein mit einer ausserordentlichen Veränderlichkeit der geringen Artunterschiede machen die sichere Bestimmung der Arten dieser Gattung sehr schwer und hatten schon frühzeitig mannigfache Irrtümer und Verwirrungen zur Folge, die sich in dem Masse häuften, als die Versuche, die vorangegangenen Irrtümer zu berichttigen, immer zahlreicher wurden. Trotz den mehrfachen älteren Bearbeitungen der ganzen Gattung oder einzelner Teile derselben ist daher ihre neuerliche genaue Durcharbeitung unter möglichst eingehender Benützung der ganzen einschlägigen Literatur notwendig geworden. Indem ich über Anregung meines verehrten Lehrers Prof. Dr. K. FRITSCH die Bearbeitung der europäisch-asiatischen Leucodraben unternommen habe, hoffe ich, einen wenngleich bescheidenen Beitrag zu diesem umfassenden Werk geliefert zu haben.

Mit dem oben bezeichneten historisch-literarischen Momente ist bereits eine der Richtlinien gegeben, in denen sich die Arbeit bewegte. Es war vor allem geboten, die gänzlich verwirrte Synonymie wieder in Ordnung zu bringen und den Wust von fehlerhaften Angaben zu beseitigen, der sich im Laufe der Zeit in der Literatur und in den Herbarien angesammelt hatte. Es mussten ferner die zahlreich durchgeführten Identifikationen begründet werden, es musste gezeigt werden, wie die Synonyme und Irrtümer entstanden. Daher war ein tieferes Eingehen in die Geschichte jeder einzelnen Art notwendig. Daraus erklärt sich die Breite der Synonymie und des historischen Teils bei manchen Spezies. Wenn auch im allgemeinen WETTSTEIN's Wort von dem Beachten des literarhistorischen Momentes als einer "Ausartung der sonst so nötigen Gründlichkeit" (Monogr. *Euphrasia*, p. 1) seine Richtigkeit hat, so glaube ich doch, in meinem speziellen Falle in dieser Hinsicht nichts überflüssiges vorgebracht zu haben.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es ferner, die von den früheren Bearbeitern der Gattung aufgestellten Artmerkmale an der Hand eines möglichst umfangreichen Vergleichsmaterials auf ihre Konstanz zu prüfen, die ungeeigneten als solche zu kennzeichnen, die brauchbaren unter Hinzufügung eigener Wahrnehmungen zu mög-

lichst grossen, konstanten Komplexen von Artmerkmalen zusammenzufassen und dadurch die Unterscheidung der Arten zu erleichtern.

Ein dritter, für die Durchführung der Arbeit massgebender Gesichtspunkt war die Untersuchung der Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der ganzen Artengruppe, namentlich mit Hilfe der pflanzengeographischen Methode WETTSTEINS's durch genaue Feststellung der Art-Verbreitung.

Der Durchführung der übernommenen Aufgabe setzten sich zahlreiche, zum Teil unüberwindliche praktische Schwierigkeiten entgegen Infolge der Kriegsverhältnisse und der damit verbundenen Unsicherheit und Erschwerung des Post- und Bahnverkehrs war es mir unmöglich, die gesamte einschlägige Literatur sowie Material in wünschenswerter Menge zu erhalten. Vor allem war es ausgeschlossen, aus Amerika das nötige zu bekommen. Ferner war es mir unmöglich, von der einzigen afrikanischen *Leucodraba, Draba hederifolia Coss.*, ein Herbarexemplar oder eine Abbildung zu bekommen. Deshalb beschränkte ich mich von vornherein auf die europäisch-asiatischen Leucodraben. Aber auch aus dem europäischen Norden und aus den sibirisch-zentralasiatischen Hochgebirgen mangelte es mir an Herbarmaterial. Aus diesem Grunde musste ich auch auf die Bearbeitung der Arten aus der *rupestris*-Reihe ganz verzichten, was mir umso leichter fiel, als ich auf die eingehende Arbeit EKMANS's über die skandinavischen Arten dieser Reihe wie der Sect. *Holarges* hinweisen kann. Hingegen stand mir aus den mitteleuropäischen Gebirgen dank dem Entgegenkommen der Herren Sammler, resp. Musealkustoden und Institutsvorstände, an die ich mich wandte, Herbarmaterial ziemlich lückenlos zur Verfügung. Ich zähle im folgenden die von mir benützten Herbarien auf und füge jedem die im speziellen Teile angewendete Abkürzung hinzu:

Herbar des Benediktinerstifts Admont .....A
Botanische Abteilung d. ungar. Nationalmuseums in Budapest:
a. Herbarium generale .....Bg
b. Flora hungarica .....Bhu
c. Herbarium Haynaldianum .....Bha
Herbar des Herrn Bergrates CZEGKA in Graz C
Herbar De CANDOLLE in Genf .....DC
Herbar d. botan. Abteil. d. Landesmuseums "Joanneum" in Graz .....GJ
Herbar d. Inst. f. syst. Bot. d. Universität Graz .....GU
Herbar d Landesmuseums "Rudolfinum" in Klagenfurt .....Kl
Herbar d. siebenbürg. Nationalmuseums in Kolozvar .....Ko
Herbar d. botanischen Museums München-Nymphenburg .....M
Herbar d. städt. Museums "Carolino-Augusteum" in Salzburg .....S
Herbar d. botan. Abteilung d. Naturhist. Hofmuseums in Wien .....WH
Herbar d. botan. Instituts der Universität Wien .....WU.

Abgesehen von den Schweizer Herbarien, die mir mit Ausnahme des Herbariums De CANDOLLE infolge der widrigen Zeitlage grösstenteils unzugänglich waren, blieb mir das wichtige Material des Museums "Ferdinandeum" in Innsbruck versagt, wo man massgebenden Ortes das wertvolle Material den unsichern Postverhältnissen des Krieges nicht anvertrauen zu dürfen glaubte

Zu erwähnen habe ich noch, dass ich die Herbarstandorte der erleichterten Kontrolle halber in ihrer ursprünglichen Schreibweise anführte.

Endlich möchte ich an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. KARL FRITSCH, für das Interesse, das er der Arbeit in ihrem ganzen Ver-lauf entgegenbrachte, für seine fruchtbaren Ratschläge und für seine kräftige Unterstützung bei der schwierigen Material- und Literaturbeschaffung meinen aufrichtigen Dank aussprechen. Ferner danke ich Herrn Priv.-Doz. Dr. BRUNO KUBART für die Anfertigung der Mikrophotographien (in vorliegender Reproduktion der Arbeit umgezeichnet), den Herren Priv.-Doz. Dr. ERWIN JANCHEN und Dr. AUGUST GINZBERGER, Assistenten am botanischen Institut der Universtität Wien, für ihr Entgegenkommen gegenüber meinen Literaturwünschen, Herrn Dr. KARL RECHINGER, Kustos am naturhistorischen Hofmuseum in Wien, für die Abschrift einer längeren mir unzugänglichen Literaturstelle sowie allen Herren Musealkustoden, Institutsvorständen und Sammlern für die Bereitwilligkeit, mit der sie mir das gewünschte Material zur Verfü-

gung stellten. Frau Elisabeth EKMAN (Stockholm) und Herrn S. JAVORKA (Budapest) danke ich für briefliche Auskünfte und Anregungen sowie für mitgeteilte Herbarexemplare seltener Pflanzen.

VERZEICHNIS DER BENÜTZTEN LITERATUR.

ADAMS, J. M. F., Descriptiones plantarum minus cognitarum Sibiriae praesertim orientalis in Mem. Soc. imp. nat. Moscou V, 1817. - ALLIONI, C., Flora pedemontana I. (Turin 1785). - AMBROSI, Fr., Flora v. Südtirol in Österr. bot. Wochenbl. III. (1853) nr. 53. - BRACHLECHNER, G., Beiträge zur Flora v. Brixen (XV. Progr. K.K. Gymn. Brixen, 1865). - BALL, J., Notes sur quelques Cruciferes in Bull. Soc. bot. Fr. VII (1860) p. 227. - BAUHINUS, C., Prodromus, 2. ed. (Basel 1671). - BAUMGARTEN, Enum. stirp. Transsilv. II, Wien 1816. - BAYER, A., Beiträge zur syst. Gliederung der Cruciferen, in Beih. bot. Zentralbl. XVIII, 2. (1905) p. 119. - BECK v. MANAGETTA, G., Flora v. Niederösterreich. Wien 1890. - BERTOLONI, A., Flora italica VI, 1844. - BLUFF M., et FINGERHUTH, C., Compendium florae Germaniae II, Nürnberg 1825. - BLYTT, A., Handboog i Norges Flora, Kristiania 1906. - BOISSIER, E., Flora orientalis I (1867) et Suppl. ed. BUSER (1888). - BONNIER, G., La flore des Pyrénées comparée à celle des Alpes francaises, in Ass. franc. pour l'avancement des sciences 1892, II., p. 396; Paris 1893. - BOULLE, R., Sur la végétation de quelques-uns des Pics les plus élévés des Pyrénées franc., in Bull. Soc. bot. Fr. XXVIII (1881) p. 322. - BRAUN-BLANQUET, J., Schedae, in LX. Jahresber. Naturf. G. Graubünden 1920, p. 65. - BROWN, R., Flora d. Melvilles Insel, in Verm. bot. Schr. übers. NEES,I (1825) p. 359. - BROWN, R., Verz. Baffins-Bay l.c. p. 337. - BRÜGGER, Chr., Bot. Mitt. II. in Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden XXV (1882) p. 62. - BRÜGGER, Chr., Der Bergbau in den X Gerichten etc., in Jahreber. Naturf. Ges. Graubünd. XI (1866) p. 47. - BRÜGGER, Chr., Wildw. Pflanzenbastarde d. Schweiz, l.c. XXIII - XXIV (1880) p. 47. - BURNAT, E., Flore des Alpes maritimes I (Lyon 1892), III,2. (Genf & Basel, 1902.)- BUSCH, N., Flora caucasica critica: Cruciferae, Trudy Tiflissk. botanitschesk. Sada IX, 5. Jurjew 1909. - CHRIST, H., Das Pflanzenleben der Schweiz, Zürich 1879. - CRANTZ, H., Classis Cruciferarum emend., Lips. 1769. - CRANTZ, H., Stirp. austr. fasc. I (Wien 1762). - DALLA TORRE, K., Anleit. z. wiss. Beob. II (Wien 1882). - DALLA TORRE & SARNTHEIM, Flora v. Tirol I (1900), VI.2. (1909). - De CANDOLLE, A. P., Prodromus I (1824). - De CANDOLLE, A. P., Syst. nat. II (1821). - DELESSERT, B., Icones selectae II (1823). - DILLENIUS, J., Catalogus pl. sponte circa Gissam nasc. (1719). - DOLLINER, G., Enum. Austr. inf., Wien 1842. - DUFTSCHMID, J., Fl. v. Oberösterreich III (1883). - DURAND, Th., Observ. sur le Catal. de la flore du bassin du Rhone, Compte rendu Soc. Roy. Belg. 1882, p. 7. - EKMAN, E., Zur Kenntnis d. nord. Hochgeb.-Drabae, in K. Svensk. Ak. Handl. LVII (1917) nr. 3. - EKSTAM, O., Bidrag Nowaja-Semlja, in Öfvers. K. Vetensk. Akad.Handl. LI (1894) p. 171. - EKSTAM, O., Einige blütenbiol. Beob. Spitzbergen, in Tromsoe Mus. Aarshaft. XX (1899) p. 4. - ELSMANN, F., Beschreibung Botzen, in Flora IX (1826) p. 401. - ENGLER & PRANTL, Nat. Pflanzenfam. III. 2., 1891. - ENGLER, A., Vers. Entwickelungsg. Pflanzenwelt I (Leipzig 1879). - FEDTSCHENKO, O. et B., Consp. fl. Turkest., in Beih. Bot. Zentralbl. XIX.2. (1906) p. 308. - FIORI, A. et PAOLETTI, G., Flora analitica I (1896 - 98). - FRIES, E., Summa veg. I (1846). - FRITSCH, K., Beitr. Fl. Balkanhalbinsel II. in Verh. Zool.-bot. Ges. Wien XLIV (1894) p. 301. - FRITSCH, K., Exkursionsflora, 2. ed. Wien 1909. - FURRER E., und LONGA, M., Flora v. Bormio, in Beih. bot. Zentralbl. XXXIII (1915)2, p. 1. - GAUDIN, J., Flora helvetica IV, 1829. - GEBHARD, J., Verz. Steiermark, Grätz 1821. - GELERT, O., Notes on arctic plants, in Bot. Tidsskrift XXI (1898) p. 287. - GILG, E., Verwandtschaftsver. u. Verbreitung amerikan. Art. v. Draba, in Engl. Jahrb. XL (1907) p. 35. - GMELIN, J., Systema II (1791). - GREMLI, A., Exkursionsflora Schweiz, 1867. - GREMLI, A., Neue Beiträge V (1890). - GRENIER & GODRON, Fl. de France, 1848. - GRISEBACH, H., et SCHENK, A., Iter hung., in Wiegw. Arch. f. Naturgesch. XVIII,1. (1852) p. 291. - HALACSY, E., Flora v. Niederösterr. Wien 1896. - HALLER, A., Enumeratio stirp. helvetic. 1742. - HARTMAN, C., Handbok i Skand. Fl. 8. ed. 1861. - HAUSMANN, F., Flora v. Tirol I (1851), III (1854). -

HAYEK, A., Flora v. Steiermark I (1909). - HAYEK, A., Schedae XIX, XX (Wien 1910). - HEDBOM, K., in Botan. Notiser 1882, p. 1. - HEER, O., Über die nivale Flora der Schweiz. Basel 1884. - HEGETSCHWEILER J., und HEER, O., Flora d. Schweiz, 1840. - HEGI, G., Ill. Fl. v. Mitteleuropa IV. Wien 1919. - HEMSLEY, W.B., & PEARSON, H, Flora of Tibet, in Journ. Linn. Soc. XXXV, 1902. - HERBICH, F., Beschreibung etc. in Flora XXXVIII (1855) p. 640. - HERBICH, F., Flora d. Bukowina, Leipzig 1859. - HERDER, F., Flora d. europ. Russland, in Engler's Jahrb. XIV (1892) p. 1. - HERMANN, F., Flora v. Deutschland etc. Leipzig 1912. - HEUFFEL, J., Enumeratio pl. Banatus, in Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien VIII, 1851. - HINTERHUBER, R., Prodromus Fl. Salzburg. Salzburg 1851. - HINTERHUBER und PICHLMAYR, Flora Salzburg, 3. ed. Salzburg 1899. - HOLM, Th., Beiträge West-Grönland, in Engl. Jahrb. VIII, 1887, p. 283. - HOOKER, J.D. et THOMSON, J., Praecursores ad fl. ind. in Journ. Linn. Soc. V (1861). - HORNSCHUCH, Fr., Bot. Wanderung Heiligenblut, in Flora I (1818) p. 317. HOST, N., Flora austriaca II, Wien 1831. - HUTER, R., Herbarstudien, in Österr. bot. Ztschr. LIV (1904). - JACQUIN, N., Enumeratio stirpium Vindob. Wien 1762. - JACQUIN, N., Flor. austriac. ic. V (Wien 1778). - JANKA, V., Cruciferae siliculosae florae europaeae, in Termeszetrajzi Füzetek VII (1883) p. 106. - JAVORKA, S., Draba Simonkaiana, in Botanikai Közlemenyek 1910, p. 281. - JAVORKA, S., Kleinere Bemerkungen etc., VI. Mitt. in Bot. Közlemenyek 1918, p. 23. - JOSCH, Ed., Flora v. Kärnten, in Jahrb. naturhist. Mus. in Kärnten 1853. - KELLER, P., Über die gegenseitigen Beziehungen der nordgrönländischen und spitzbergischen Phanerogamenflora, in Kosmos XVI (1865) p. 60. - KERNER, A., Schedae VI, Wien 1893. - KITTEL, M., Taschenbuch Fl. Deutschl. 2. ed. Nürnberg 1844. - KOCH, W.D., Abhandl. über d. z. Flora v. Deutschland gehörigen Arten d. Gattung Draba, in Flora VI (1823) p. 417. - KOCH, W.D., Deutschlands Flora IV. (1833). - KOCH, W.D., Synopsis florae germanicae et helveticae, 3. ed. 1857. - KOCH, W.D., Synopsis der deutschen und Schweizer Flora 2. ed. 1. Teil, 1846 und 3. ed. HALLIER, 1. Teil, Leipzig 1892. - KOCH, W.D., Taschnbuch, Leipzig 1844. - KOCH, C., Catalogus pl. Caucas. etc. in Linnaea XV (1841) p. 243. - KUNTZE, O., Revisio generum I (1891). - LANGE, J., Conspectus fl. grönland. I (1880), II (1887). - LA PEYROUSE, Ph., Histoire d. pl. Pyrénées, Toulouse 1813. - LEDEBOUR, C.F., Flora altaica III. 1831. - LEDEBOUR, C. F., Flora Rossica I (1842). - LEYBOLD, F., Der Schlern, in Flora XXXVII (1854) p. 451. - LILJEBLAD, S., Utkast till en svensk Flora, Upsala 1798. - LINDBLOM, Al., Synopsis Drabarum Scandinaviae, in Linnaea XII (1839) p. 316. - LINNE, C., Mantissa, Holmiae 1767. - LINNE, C., Mantissa 2. ed., Holmiae 1771. - Linné, C., Systema naturae 10. ed. 1758 - 59. - MALY, J., Enumeratio plantarum imp. austr. Vindob. 1848. - MALY, J., Flora styriaca, Grätz 1838, und Nachträge 1848. - MARSCHALL v. BIEBERSTEIN, F.A., Flora taurico-caucasica I, 1808 et Suppl. 1819. - MORITZI, A., Flora d. Schweiz, 1844. - MORITZI, A., Die Pflanzen Graubündens. 1839. - MURR, J., Zwei neue Bastarde, in Allgem. Bot. Zeitschr. VIII (1902), p. 147. - NEILREICH, A., Diagnosen der in Ungarn und Slavonien bish. beob. Gefässpflanzen. Wien 1867. - NEILREICH, A., Flora v. Niederösterreich. Wien 1859. - NEILREICH, A., Nachträge zu MALY's Enumeratio. Wien 1861. - NEILREICH, A., Über die Draben der Alpen- und Karpathenländer, in Österr. bot. Ztschr. IX (1859) p. 73. - NYMAN, C., Conspectus. 1878. - NYMAN, C., Sylloge, 1865. - OETTLI, M., Beiträge zur Ökologie d. Felsflora, in Jahrb. Naturw. Ges. St. Gallen 1903, p. 182, - PACHER, D., und JABORNEGG, M., Flora von Kärnten I.3. 1887. - PACHER, D., Nachtäge z. Fl. v. Kärnten, 1894. - PARLATORE, F., Flora italiana. IX.3. 1893. - PAU, C., Sierra Nevada, in Bol. Soc. Arag. Cienc. Nat. VIII (1909, p. 104. - PAX, F., Ostrand Siebenbürgens, in Jahresb. Schles. Ges. LXXXI (1903) p. 18. - PAX, F., Über die Flora und Vegetation Spitzbergens, in Naturw. Wochenschr. VI (1891) p. 503. - PIRONA, J., Florae forojul. Syllabus. 1855. - RADDE, G., Pflanzen von d. Schneeregion d. Kaukasus, in Peterm. Mitt. XXXV (1889) p. 96. - REGEL, E., Aufzählung etc., in Bull. Soc. imp. nat. Moscou XXXIV (1861) 2, p. 1. - REGEL, E. et HERDER, F., Enumeratio pl. Cis- et transiliens. Moskau 1864. - REGEL, E., et TILING, H., Florula ajanensis, in Nouv. Mem. Soc. imp. nat. Mosc. XI (1858). - REICHENBACH, L., Flora germanica excursoria II. 1832. - REICHENBACH, L., Iconographia III (1825), IV (1826), VIII (1830). - REICHENBACH, L., Icones florae germaniae II (1837). - RONNINGER, K., Floristische Mitteilungen, in Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien LXIX (1920) p. 204. - ROUY, g. et FOECAUD, J., Flore

de France II (1895). - RUPRECHT, Fr., Flora Caucasi I (1869). - SAGORSKI, E. und SCHNEIDER, G., Flora der Centralkarpathen (1891). - SAILER, Fr., Flora Oberösterreichs II (1841). - SAINT LAGER, Remarques sur quelques plantes alpines, in Ann. Soc. bot. Lyon 1878, p. 279. - SARDAGNA, M., Beiträge zur Flora des Trentino, in Österr. bot. Ztschr. XXXI (1881), p. 72. - SAUTER, A., Flora des Herzogtums Salzburg, 1866. - SAUTER, A., Flora v. Tirol, in Flora XXXVIII (1855) p. 82. - SAUTER, A., Mielichhofer, in Flora XXXII (1849) p. 666. - SAUTER, A., Vegetation Bodensee und Vorarlberg, in Flora XX.1. Beibl. (1837) p. 1. - SAUTER, A., Zur Flora v. Finstermünz, in Flora XXXV (1852) p. 621. - SAUTER, A., Funde seltenerer Phanerogamer, in Österr. bot. Ztschr. XLIX (1899) p. 368. - SCHEELE, A., Beitr. zur deutschen u. schweizer Flora, in Flora XXVI (1843) p. 296. - SCHINZ, H. und KELLER, R., Flora d. Schweiz I, II. 1905. - SCHINZ H. und THELLUNG, A., Weitere Beiträge IV. in Mitt. Bot. Mus. Zürich LXV, 1913. - SCHUNCK, S., Sommerflora Val d'Agordo, in Österr. bot. Ztschr. XXVIII (1878) p. 334. - SCHUR, J., Enumeratio pl. Transsilv. 1866. - SCHUR, J., Bericht, in Verh. u. Mitt. siebenb. Ver. Naturw. Hermannstadt X (1859) p. 58. - SCHUR, J., Sertum florae Transsilvaniae, in Verh. u. Mitt. siebenb. Ver. Naturw. IV. Anhang (1853) p. 1. - SCHUR, J., Zur Flora v. Siebenbürgen, in Österr. bot. Ztschr. XI (1861) p. 289. - SCOPOLI, J., Flora carniolica II (1772). - SENDTNER, O., Vegetationsverh. Südbayerns, 1860. - SIMONKAI, L., Erdely edényes florajának helyesbitett foglalata, Budapest 1886. - SOMMIER, S. et LEVIER, E, Enumeratio pl. Caucas. in Act. hort. Petropol. XVI, 1900. - SOMMIER, S. et LEVIER, E., Plantarum Caucasi nov. manip. secundus, in Act. hort. Petrop. XIII, p. 23 (1893). - SPRENGEL, C., Systema II, 1825. - STROBL, G., Radstätter Tauern, in Österr. bot. Ztschr. XXI (1871) p. 142. - STRÖMFELT, H., Islands Kärlväxter, in Öfvers. K. Akad. Förh. Stockholm 1885, p. 79. - STUR, D., Beitr. z. Monogr. des Genus Draba in d. Karpathen, in Österr. bot. Ztschr. XI (1861) p. 137. - STUR, D., Beitr. Flora Lungaus, in Österr. bot. Wochenbl. V, 1855. - STUR, D., Draba Kotschyi in Österr. bot. Ztschr. IX (1859) p. 73. - STUR, D., Draba Pacheri, in Österr. b. Wochenbl. V (1855) p. 156. - STUR, D., Zur Gattung Draba, in Österr. bot. Ztschr. XII (1862) p. 82. - STURM, J., Deutschlands Flora Heft 60, 65 (1832, 1834). - SÜNDERMANN, F., Aus verschiedenen Florengebieten, in Allgem. bot. Ztschr. XXI (1916) p. 57. - SUTER, J., Helvetiens Flora II, 1802. - TRAUNSTEINER, J., Botanische Bemerkungen, in Flora XXVII (1844) p. 396. - TRAUNSTEINER, J., Über Draba Traunsteineri, in Flora XVIII (1835) p. 598. - TRAUTVETTER, E, Enumeratio pl. Radde, in Act. hort. Petrop. II (1873) p. 489. - TRAUTVETTER, E., Rossiae arcticae plantae, in Act. hort. Petrop. VI (1879) p. 539. - TURCZANINOW, N., Flora baicalensi-dahurica, in Bull. Soc. imp. Nat. Moscou XV, 1842. - UNGER, F., Über den Einfluss des Bodens etc. Wien 1836. - VALLOT, Flore glaciale Hautes Pyrénées, in Bull. Soc. bot. Fr. XXXII (1885) p. 133. - VELENOWSKY, J., Beitr. Fl. Orient, in Allg. bot. Ztschr. XI (1885) p. 43. - VEST, L., Manuale botanicum, 1805. - VIERHAPPER, F., Floristische Mitteilungen, in Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien LXIV (1914) p. 70. - VILLARS, M., Hist. Dauph. III.1. (1789). - VOLLMANN, F., Flora v. Bayern, 1914. - VULPIUS, F., Berner Alpen, in Flora XXXVIII (1855) p. 609. - VULPIUS, F., Kleinere Mitteilungen, in Flora XXXVIII (1855) p. 15. - VULPIUS, F., Über Draba nivea, in Flora XXXVII (1854) p. 208. - WAHLENBERG, G., De vegetatione et climate in Helvetia sept. 1813. - WAHLENBERG, G., Flora Carpathorum, 1814. - WAHLENBERG, G., Flora lapponica, 1812. - WAHLENBERG, G., Flora suecica I, 1824. - WETTSTEIN, R., Beitr. Flora Albaniens, in Bibl. Bot. Heft 26 (1892). - WETTSTEIN, R., Grundzüge d. geogr.-morphol. Methode d. Pflanzensystematik, 1898. - WICHURA, M., Lulea-Lappmarken V, in Flora XLII (1859) p. 425. - WILLDENOW, K., Species plantarum III. 1. (1801). - WILLKOMM, M., Führer ins Reich d. höheren Pflanzen, 1863. - WILLKOMM, M., et Lange, J., Prodromus florae hispanicae III, 1880. - WULFEN, Fr., Plantae rariores Carinthiacae, in Jacquin, Misc. austr. I (1778). - ZAPALOWICZ, H. Revue critique fl. Galicie, in Bull. intern. Acad. Cracowie sc. nat. 1912, p. 710 (1913). - ZETTERSTEDT, J., Plantes vasculaires des Pyrénées, Paris 1857.

GESCHICHTLICHES.

Der Name *Draba*, der schon bei DIOSKORIDES[1] vorkommt, wurde erst 1719 von DILLENIUS[2] auf jene Gattung angewendet, die ihn heute noch trägt.

Unter den 5 Arten, die DILLEN bekannt waren, befindet sich bereits eine *Leucodraba*, nämlich die heutige *D. dubia Suter*, die 1620 von KASPAR BAUHIN[3] als *Bursa pastoris alpina hirsuta* leicht kenntlich beschrieben und abgebildet worden war.

Erst 1742 wurde wieder eine *Leucodraba* beschrieben, nämlich von HALLER[4] als *Draba caulibus subnudis, foliis tomentosis ovatis*. Während die Identifikation des BAUHIN'schen Synonyms mit Hilfe der Abbildung verhältnismässig leicht und sicher gelang, und bereits seit WILLDENOW[5] ausser jedem Zweifel steht, ist man sich über HALLER's Pflanze bis heute nicht ganz im Klaren, ob sie als *D. dubia* oder *D. tomentosa* zu deuten sei. WILLDENOW hielt sie für *D. dubia*, De CANDOLLE[6] mit WAHLENBERG[7] für *D. tomentosa*, GAUDIN[8] wieder für *D. dubia*.

LINNE stellte in der 1. Auflage der Species plantarum 6 *Draba*-Arten auf, doch war keine *Leucodraba* darunter. Erst 1759 beschrieb er *D. hirta*[9] und zog sowohl BAUHIN's als auch HALLER's Synonym hierher. LINNE gibt an, dass er *D. hirta* von SOLANDER aus Lappland erhalten habe. Nun ist aber von Frau EKMAN[10] aufgrund des LINNE'schen Originalexemplars festgestellt worden, dass LINNE's *D. hirta* in Skandinavien gar nicht vorkommt, sondern dass es sich hier um eine asiatische, von TURCZANONOW[11] später als *D. gelida* benannte Art handelt, die wohl LINNE zugesandt worden war und als deren Standort er irrtümlich Lappland angab, weil er sie in seinem Herbar mit einer wirklich aus Lappland stammenden *Braya alpina* vermengt hatte. Von den späteren nordichen Botanikern, namentlich seit WAHLENBERG und ZETTERSTEDT, die LINNE's *D. hirta* in Skandinavien vergeblich suchten, ist dann der Name gewaltsam auf gewisse Formen aus der Sect. *Holarges* umgedeutet worden.

In "Mantissa ed. 1." (1767) beschrieb LINNE p. 91 eine ihm von GERARD aus der Provence zugekommene weissblühende Art als *D. ciliaris*. Sie ist bis heute nicht mehr aufgefunden worden. Die Deutung des Namens geht meist dahin, dass es sich um *D. aizoides* mit ausgeblassten Blüten gehandelt habe[12].

1762 beschrieb JACQUIN[13] seine *D. stellata* vom Wiener Schneeberg, im gleichen Jahre *CRANTZ*[14] dieselbe Pflanze als *D. austriaca* von der Raxalpe. Letzterer gebrauchte für sie später[15] den Namen *D. hirsuta*. Von Linne[16] ebenso wie BAUHIN's *Bursa pastoris alp. hirsuta* irrtümlich zu seiner *D. hirta* als Synonym gezogen, gieng der Name *D. stellata Jacq.* allmählig auf BAUHIN's Pflanze (*D. dubia Suter*) über und die wahre *D. stellata* geriet in Vergessenheit.

D. ciliata, von SCOPOLI 1772 entdeckt und beschrieben[17], wurde 1852 von SAUTER[18] als eigene Gattung *Dollinerla* abgetrennt, von BOISSIER[19] in die Gattung

---

1) De materia medica II, Cap. 186, nach NEILREICH, in Ö. b. Z. IX (1859) p. 14.- 2) Genera pl. nov. (1719) p. 122. - 3) Prodr. theatr. bot. (1620) p. 51. - 4) En. meth. stirp. Helv. (1742) p. 539. - 5) Spec. pl. 4. ed. III.1. p. 427 bei *D. stellata*, die nach WILLDENOW mit *D. dubia* identisch ist. - 6) Syst. nat. II (1821) p. 345. - 7) De clim. et veg. helv. (1813) p. 123. - 8) Fl. helv. (1829) p. 258. - 9) Syst. nat. 10. ed. (1759) p. 1127. - 10) Zur Kenntnis d. nord. Hochgebirgs-*Drabae*, in K. Svensk. Ak. Handl. 57, nr. 3, p. 13. - 11) Fl. Baic.-Dah. in Bull. Soc. nat. Mosc. XV (1842) p. 250. - 12) De CANDOLLE, Syst. nat. II p. 334 auf Grund des LINNE'schen Originalexemplars; nach einer Notiz in Flora VI, (1823) p. 528 ist *D. ciliaris L.* schon von LILJEBLAD als *D. aizoides L.* erkannt worden. - 14) Stirp. austr. fasc. I, p. 10. - 15) Class. eruciform. (1769) p. 95. - 16) Mantissa, 2. ed. (1771) p. 424. - 17) Fl. Carniolica II, p. 6. - 18) Flora XXXV, p. 253. - 19) Annal. Sci. nat. 2. ser. XVII (1842) p. 56; vergl. FRITSCH in Verh. Zool -Bot. Ges. Wien XLIV (1894) p. 312.

Arabis gestellt, wo sie noch heute unter dem Namen *Arabis Scopoliana Boiss.* zu finden ist.

WULFEN [1] vermehrte 1778 die Reihe der Leucodraben durch seine *D. fladnizensis* aus Kärnten, LILJEBLAD 1793 durch seine *D. nivalis* aus Lappland [2].

Nachdem schon LINNE's *D. hirta* durch einen Irrtum in die Welt gesetzt worden war, nachdem LINNE durch falsche Synonymie den Grund zu anhaltenden Verwechselungen gelegt hatte, erreichte die Verwirrung bei WILLDENOW [3] einen Höhepunkt. Neben LINNE's *D. hirta* führt er nur 3 Arten auf, die zur heutigen Sect. *Leucodraba* gehören, die aber bei ihm nicht mit der Pflanze LILJEBLAD's, sondern mit *D. siliquosa M.B.* identisch ist, dann *D. stellata*. die er mit *D. dubia* verwechselt, und D. *androsacea*, die aus der Konfundierung der *D. fladnizensis Wulf.* mit *D. ciliata Scop.* hervorgieng.

SUTER [4] beschrieb 1802 die Pflanze BAUHIN's neu unter dem Namen *D. dubia*, ohne mit diesem WILLDENOW's falsche *D. stellata* zu verdrängen. Auch die von MARSCHALL v. BIEBERSTEIN [5] aufgestellte *D. siliquosa* (1808) blieb unbekannt und vermochte WILLDENOW's falsche *D. nivalis* nicht zu ersetzen. Aus diesem Grunde wurde die echte *D. nivalis* LILJEBLAD's von WAHLENBERG [6] 1812 in *D. muricella*, von WALLMAN [7] 1816 in *D. Liljebladii* umbenannt. ADAMS [8] beschrieb eine hellgelb blühende Varietät dieser Pflanze 1817 als *D. caesia*.

1912 bekam die von DICKSON [9] in Schottland entdeckte und von ihm für *D. stellata Jacq.*, von SMITH [10] für *D. hirta L.* gehaltene *D. rupestris* von R. BROWN [11] ihren Namen, ein Jahr später *D. tomentosa* von WAHLENBERG [12].

Die von WILLDENOW eingezogene *D. fladnizensis* WULFEN's erschien 1817 aus Sibirien als *D. lactea* ADAM's [13], 1820 aus Skandinavien als *D. Wahlenbergii Hartm.* [14], aus der Schweiz 1821 als *D. helvetica Schleicher* [15].

Hatten sich bisnun durch kritiklose Beschreibung einzelner Arten die Synonyme in bedenklichem Masse gehäuft, so beginnt mit De CANDOLLE's [16] "Systema naturale" und "Prodromus" eine Periode kritischer Bearbeitung des bisher gewonnenen Tatsachenmaterials, jedoch unter gleichzeitiger fortwährender Aufstellung neuer Arten und Formen, resp. Zerlegung älterer Spezies. So finden wir bei De DANDOLLE die heterotriche Form der *D. fladnizensis* als *D. lapponica*, die *D. dubia* mit kahlen Fruchtstielen als *D. laevipes* neu beschrieben. Was *D. nivalis*, *D. fladnizensis* und *D. stellata* anbelangt, so konnte sich De CANDOLLE nicht von WILLDENOW's Irrtümern frei machen. Auch waren zu dieser Zeit die Alpen-Draben noch wenig bekannt, sodass sie nicht ausreichend berücksichtigt werden konnten. Hingegen sind die nordischen und arktischen Arten dank der präzisen Vorarbeit WAHLENBERG's schon verhältnismässig recht gut dargestellt. Als Speziescharaktere verwendet De CANDOLLE noch immer die ganz unmassgebliche Form der Blätter und die Behaarungsverteilung, nimmt aber schon Rücksicht auf die Gestalt der Schötchen.

Die erste eingehende Bearbeitung der alpinen Draben lieferte KOCH in seiner grundlegenden Monographie, betitelt: "Abhandlung über die zur Flora Deutschlands gehörigen Arten der Gattung *Draba*". Aufgrund eines reichlichen, von HOPPE auf zahlreichen Bergfahrten mit vielem Fleiss gesammelten Materials sind hier sowohl die bisher bekannten, als auch einige neue Arten in überaus harmonischer, jede einseitige Bevorzugung eines Merkmals vermeidender Zusammenfassung aller massgebenden Unterschiede dargestellt. Zwar verwirft KOCH den Namen *D. fladnizensis W.* ganz wegen der Behandlung, die er durch WILLDENOW, WAHLENBERG und De CANDOLLE erfahren hat, und ersetzt ihn durch SCHLEICHRS's *D. helvetica*. Andererseits leugnet er als erster entschieden, dass LILJEBLAD's *D. nivalis* in den Alpen vorkomme und

---

1) Plant. rar. Carinth. ap. Jacq. Misc. I, p. 147. - 2) Sv. Vat. Ak. Handl. 1793, p. 208. - 3) Spec. pl. 4. ed. III.1. (1801) p. 427-28. - 4) Helv. Fl. II, p. 46. - 5) Fl. Taur.-Cauc. II, p. 94. - 6) Fl. lapp. nr. 318. - 7) ap. LILJEBLAD, Sv. Fl. ed. 3, p. 350. - 8) Mem. Soc. Mosc. V, p. 108. - 9) Trans. Linn. Soc. II (1894) p. 286, nach EKMAN. - 10) Fl. Brit. II, p. 677 (1800). - 11) Ap. AITON, Hort. Kew. 2. ed. IV, p. 91. - 12) De climate et veg. Helv. p. 123. - 13) ADAMS in Mem. Soc. Mosc. V, p. 194. - 14) HARTMAN, Handb. i Skand. Fl. p. 249. - 15) ap. De CANDOLLE, Syst. nat. II, p. 345. - 16) L.c. p. 243 ff, Prodr. I, p. 166.

beschreibt die von WILLDENOW fälschlich dafür gehaltene Pflanze neu unter dem Namen *D. carinthiaca Hoppe* Die von JACQUIN am Schneeberg entdeckte *Draba*, die man gänzlich aus den Augen verloren hatte, brachte KOCH als *D. saxatilis* wieder an's Licht, richtete aber in ahnungsvollem Zweifel an die Wiener Botaniker die Aufforderung, *D. stellata Jacq.* am locus classicus aufzusuchen und sie mit seiner *D. saxatilis* zu vergleichen.

SAUTER [1] leistete dieser Aufforderung 1825 Folge und hatte die Genugtuung, JACQUIN's *D. stellata* wieder herstellen und die falsche *D. stellata* unter dem Namen *D. frigida* beschreiben zu können.

Zwischen KOCH's *Draba*-Monographie (1823) und seiner Synopsis (1837) erreichte die alpine Drabenforschung ihren Höhepunkt, gekennzeichnet durch die Namen KOCH, HOPPE, REICHENBACH, ferner GAUDIN, HOST, TRAUNSTEINER, SAUTER u. a. In diese Zeit fallen REICHENBACH's wichtige Tafelwerke [2], die heute noch unerlässlich für das Studium der Draben sind, ferner STURM's *Draba*-Abbildungen in "Deutschlands Flora", zu denen HOPPE eine monographische Bearbeitung der Gattung als Begleittext lieferte. Diese teilt die Vorzüge der Abhandlung KOCH's, geht aber in der Artenzersplitterung etwas zu weit. So ist hier z.B. RUDOLPHI's *D. Hoppeana*, eine glabreszierende Varietät der *D. siliquosa M.B.* aufgenommen, ferner *D. Traunsteineri*, eine bereits von ihrem Entdecker TRAUNSTEINER selbst für einen offenkundigen Bastard gehaltene Pflanze. Die Unterscheidung einzelner Formen erfolgt bei HOPPE oft nur nach der Behaarung, mit umgehung des wichtigeren Merkmals der Schötchenform, so z. B. zwischen *D. Hoppeana Rud.* und *D. lapponica DC.*

Die Ergebnisse der deutschen Drabenforschung dieser Zeit sind niedergelegt in der mustergiltigen Bearbeitung der Gattung durch KOCH in RÖHLING's "Deutschlands Flora" [3] sowie in der 1. Auflage seiner Synopsis [4].

Neu aufgestellt wurden in dieser Periode (1823 - 37): *D. carinthiaca Hoppe (= D. siliquosa M.B.)* und *D. laevigata Hoppe* (= die kahle Form der *D. fladnizensis Wulf.*)bei KOCH [5], *D. frigida (= dubia Suter)* durch SAUTER [6], die heute nicht mehr identifizierbare *D. Wormskjöldii* durch FISCHER bei SPRENGEL [7], die mit *D. stellata Jacq.* wesensgleiche *D. macrantha* durch VEST bei REICHENBACH [8], die von *D. fladnizensis Wulf.* nicht verschiedene *D. sclerophylla* von GAUDIN [9], die mit *D. stellata Jacq.* übereinstimmende *D. Johannis* von HOST [10], die glabrescierende Form der *D. siliquosa* als *D. Hoppei* von TRACHSEL [11], als *D. Hoppeana* von RUDOLPHI bei STURM [12], der Bastard *D. siliquosa x tomentosa* als *D. traunsteineri* von HOPPE ebenfalls bei STURM [12], ferner die heute noch zweifelhafte *D. umbellata* von SAUTER [13] und die sibirische *D. pygmaea*, die mit *D. fladnizensis Wulf.* identisch ist, durch TURCZANINOW [14].

Wie man sieht, sind es fast ausnahmslos nur neue Namen für schon bestehende Spezies. Gleichzeitig mit dieser bedenklichen Anhäufung von Synonymen ging die Tendenz zur Aufspaltung der schon bekannten Spezies Hand in Hand. Zu KOCH's Zeiten bestand die heutige *D. fladnizensis* aus 3, *D. siliquosa* gleichfalls aus 3, *D. dubia* aus 2 Arten u.s.w.

In der nun folgenden Periode zeigt sich die Neigung, die Arten KOCH's, die gewissermassen die letzten, unteilbaren Elemente darstellen, zu grösseren Kollektivspezies zusammenzufassen. Die von nun an neu beschriebenen Arten sind fast ausnahmslos engbeschränkte Lokalspezies oder aussereuropäischer Herkunft.

Die Reaktion gegen die Artenzersplitterung HOPPE's und KOCH's nahm ihren Ausgang vom Norden. 1839 erschien nämlich in der "Linnaea" die "Synopsis *Drabarum* Scandinaviae" LINDBLOM's [15], der als erster einen der bisherigen Richtung der Drabenforschung entgegengesetzten Weg einschlug und seine Vorliebe für kollektive Gruppen nicht nur durch die Zusammenfassung der *D. fladnizensis, lapponica* und

---

1) Flora VIII, p. 71. - 2) Icon. crit. (1823-37); Icon. fl. germ. II (1837). - 3) Deutschl. Flora IV, p. 548 (1833). - 4) Synopsis 1. ed. (1837) p. 62 ff. - 5) Flora VI 1823) p. 437. - 6) Flora VIII (1825) p. 72. - 7) Syst. veg. II. (1825) p. 874 - 8) Pl. crit. III (1829, 11. - 9) Fl. helv. IV (1831) p. 255. - 10) Fl. austr. II (1831) p. 240. - 11) Flora XIV (1831) p. 741. - 12) Deutschl. Flora Heft 65 (1832). - 13) Flora XX (1837) p. 65. - 14) Mem. Soc. Mosc. 1838, p. 87. - 15) Linnaea XIII (1839) p 316 ff. - 16)

laevigata KOCH's zu seiner *D. Wahlenbergii*, sondern auch durch Zusammenziehung der drei Sektionen *Chrysodraba*, *Leucodraba* und *Holarges* De CANDOLLE's zu einer einzigen, von ihm *Drabaea* benannten Untergattung bekundete. Als neue Spezies finden wie bei LINDBLOM *D. trichella* nach einem Manuskript von FRIES. Sie gehört dem Verwandtschaftskreis der *D. rupestris* an.

Dem Beispiele LINDBLOM's folgte hinsichtlich der Alpendraben als erster SCHEELE [1], indem er die Vereinigung sämtlicher Glieder der *fladnizensis*-Gruppe und dazu noch der *D. Traunsteineri* vorschlug, wenn auch nicht durchführte. Im Gegensatz zu seinen radikalen Absichten steht allerdings die Aufstellung seiner *D. stylaris* (oder *D. Kochiana*, wie er sie später benannte), einer auf geringfügige Abänderungen der *D. dubia* basierten Spezies, die meines Wissens später nicht mehr gefunden wurde und aus der Literatur ganz verschwunden ist.

Auch BERTOLONI [2] zeigt Verschmelzungstendenzen, indem er *D. tomentosa* zu *D. dubia* zieht, ebenso GRENIER und GODRON [3], die *D. dubia*, *siliquosa* und die heterotriche Varietät der *D. fladnizensis* mit *D. tomentosa* vereinigen und daneben von allen alpinen Leucodraben nur *D. fladnizensis* (unter dem Namen *D. Whlenbergii*) bestehen lassen.

Schon bei LINDBLOM zeigte sich, allerdings in massvoller Weise, ein Fehler, der bei den folgenden Monographen immer mehr in Erscheinung trat, nämlich die einseitige Bevorzugung eines einzigen Merkmals, das dann mehr oder weniger konsequent in seinen speziellen Variationen durch die ganze Gattung verfolgt wurde, unter Hintansetzung der übrigen spezifischen Merkmale. Schon bei LINDBLOM wird die ganze Sektion *Drabaea* nach der Schötchenform eingeteilt und dadurch eine unnatürliche Gruppierung geschaffen, die den Verwandtschaftsverhältnissen in keiner Weise Rechnung trägt. SCHEELE übersieht bei der Verschmelzung der *D. fladnizensis* mit *D. siliquosa* das trennende Merkmal der Schötchenform vollständig und gar bei GRENIER und GODRON heisst jede *Leucodraba* mit sternhaarigen Blättern *D. tomentosa* und jede ohne Sternhaare *D. Wahlenbergii*. Was da noch an Unterschieden in Blättern, Blüte und Frucht vorhanden ist, wird gänzlich ignoriert.

Wie weit man kommt, wenn dieses Verfahren im Extrem durchgeführt wird, ersieht man an der in ihrem allgemeinen Teil vortrefflichen, in ihrem speziellen Teil gänzlich verunglückten *Draba*-Monographie NEILREICH's [4]. NEILREICH griff in seiner Arbeit auf die Originalbeschreibungen, sowie auf HOPPE und KOCH zurück und fand, dass dort die Spezies vornehmlich nach der lokalen Verteilung der Behaarung unterschieden wurden. Er unterzog nun Art für Art einer kritischen Untersuchung, prüfte die Konstanz jenes Merkmals und kam zu dem ganz richtigen Ergebnis, dass in der Behaarungsverteilung von den ganz behaarten bis zu den ganz kahlen Spezies alle Übergänge vorhanden sind und dass sie auch bei ein und derselben Art in weiten Grenzen schwanke. Statt sich nun nach andern trennenden Merkmalen umzusehen, liess er diese ganz ausser acht und vereinigte fast alle Leucodraben der Alpen zu einer Kollektiv-Spezies, die er *Draba lactea* nannte und die er in 6 Varietäten gliederte: var. tomentosa, var. pubescens, var. seminuda, var. glabrescens, var. ciliata, var. glabra. Auch diese Varietäten sind keineswegs natürliche, sondern künstliche, ausschliesslich nach der Ausdehnung des Haarkleides abgegrenzte Formengruppen. So steht z.B. in der Varietät *pubescens* neben *D. dubia* und *D. Pacheri* auch *D. Kotschyi Stur*, die einem ganz andern Verwandtschaftskreis angehört. Andere Arten werden zerrissen und ihre Teile in verschiedenen Varietäten untergebracht. Nur *D. stellata Jacq.* ist neben dieser kollektiven *D. lactea* stehen geblieben, eine Inkonsequenz, derentwegen NEILRIECH von STUR heftig getadelt wurde und deren Grund vielleicht lokalpatriotischer Natur ist.

Ein Jahr darauf (1860) veröffentlichte J. BALL [5] eine Bearbeitung der alpinen Leucodraben, in der ebenfalls die Ausdehnung des Haarkleides über den ganzen oder den halben Stengel oder eine Beschränkung auf die Blätter eine grosse Rolle

---

1) Beitr. z. Deutsch. und Schweizerflora, in Flora XXVI (1843) p. 322 ff. - 2) Fl. ital. VI (1844) p. 474 - 475. - 3) Fl. de France I (1848) p. 123. - 4) Über die Draben d. Alpen- und Karpathenländer, in Ö. b. Z. IX (1859) p. 73 ff. -5) Notes sur quelques Crucifères, in Bull. Soc. Bot. Fr. VII (1860) p. 277 ff.

spielt. Demgemäss findet man bei BALL 3 Spezies unterschieden. Dem ersten Fall entspricht *D. tomentosa*, zu der er auch *D. dubia* und *D. Traunsteineri* rechnet, dem zweiten *D. stellata*, in welche er *D. siliquosa* mit einschliesst, dem dritten Fall *D. fladnizensis* samt ihrer heterotrichen Form. Bezüglich der Einreihung von *D. laevigata S.* und *D. laevigata Hoppe* ist er im Zweifel. Übrigens hat BALL das Unzureichende der Behaarungsverteilung als spezifischen Charakters wohl erkannt und sich noch nach anderen Merkmalen umgesehen, wobei es ihm am geeignetsten erschien, die Arten nach der Nervatur der Schötchenklappen derart zu unterscheiden, dass *D. tomentosa* an ihnen einen durchlaufenden Mittelnerv aufweisen sollte, während er bei *D. stellata* an der Spitze, bei *D. fladnizensis* aber schon unter seiner Mitte gegabelt sein sollte. Eine Unterscheidung der Arten auf derartiger Grundlage widerspricht vollständig den Tatsachen und ist auch später nicht mehr angewendet worden.

Wieder ein Jahr später erschien die Bearbeitung der russischen Draben von derselben einseitig-radikalen Konfundierungs-Tendenz, nämlich die von REGEL [1]. Auch dieser verwirft wie NEILREICH die Behaarung als Unterscheidungsmerkmal, glaubt jedoch aufgrund der Schötchenform allein einige Spezies auseinanderhalten zu können die er wieder in zahlreiche Varietäten gliedert. Dass auch da wieder unnatürliche Sammelspezies ohne innere Verwandtschaft entstanden, ist klar. Es würde zu weit führen, im einzelnen darauf einzugehen; ich habe sämtliche von REGEL unterschiedene Formen im speziellen Teil dieser Arbeit berücksichtigt und jede einzelne dahin gestellt, wo sie hingehört. Es ist bezeichnend, dass REGEL selbst an der Richtigkeit seines Vorgehens zweifelte [2].

So war bei NEILREICH, BALL und REGEL die monographische Bearbeitung der Gattung *Draba* zu einem ganz äusserlichen, künstlichen Einteilen, zu einem Sortieren der Formen nach dem Vorhandensein oder Fehlen eines einzigen bestimmten Merkmals geworden. Doch schon in demselben Jahre wie REGEL veröffentlichte STUR [3] eine Monographie der Gattung *Draba* (und zwar der karpathenländischen Arten), in der er den scheinwissenschaftlichen Methoden der "Varietätenmänner" [4] im Allgemeinen und NEILREICH's *Draba*-Monographie im Besonderen bewusst entgegentrat und als einer der ersten, die auf deszendenztheoretischem Boden standen, die Arten möglichst nach ihren natürlichen Verwandtschaften zu gruppieren versuchte, ohne deren Artrecht anzutasten. Er unterschied innerhalb der Karpathen-Draben 3 solcher natürlicher Gruppen: 1) *D. fladnizensis* mit *D. fladnizensis Wulf.*, *D. Dorneri Heuff.* und *D. Kotschyi Stur*; 2) *D. carinthiaca* mit *D. carinthiaca Hoppe*, und *D. Hoppeana Rud.*; 3) *D. tomentosa*. Diese den Spezies übergeordneten Gruppen nannte er "Grundformen" [4]. Sie sind von den Kollektivspezies der Varietätenmänner vom Schlage NEILREICH's, BALL's und REGEL's so verschieden, wie etwa die Klassen im Sexualsystem LINNE's von den Klassen und Ordnungen des natürlichen Systems. Im Übrigen ist bei STUR bemerkenswert, dass er die Variabilität der Arten einzig und allein aus der Kreuzung zweier Arten oder Kreuzung zwischen Arten und Bastarden erklärt [5]. Er ist auch überzeugt davon, dass durch Kreuzung neue Arten entstehen können, wie z.B. *D. Hoppeana* unter den von ihm aufgeführten Arten.

Auch GREMLI [6] bringt in seiner Monographie der Schweizer Draben sämtliche Leucodraben in zwei Gruppen unter, die er Typen nennt und die genau den gleichen Umfang haben wie meine Reihen *Radiato-stellatae* und *Ramoso-stellatae*.

Mit dem Masse, als deszendenztheoretische Gesichtspunkte in systematischen Arbeiten immer mehr massgebend wurden, begannen die künstlichen Kollektivspezies mit ihren Varietäten immer seltener zu werden, wenngleich die Neigung zur Zusammenziehung mehrerer Arten bis heute bei den Monographen vorherrscht, so z.B. bei GELERT [7], der die nordichen Draben 1898 einer kritischen Bearbeitung unterzog und hierbei weitgehende Konfundierungen vornahm, jedoch fast durchwegs die verwandtschaftlichen Beziehungen beachtete. Nur *D. altaica Bunge* hätte er lieber zu

---

1) Bull. Soc. nat. Mosc. XXXIV 2,3 (1861) p. 188, Anm. - 2) l.c. p. 193-194 im Text. - 3) Beitr. z. Monogr. d. Genus *Draba* i. d. Karpathen, in Ö. b. Z. XI (1861) 4) l. c. p. 148. - 5) l. c. p. 221. - 5) l. c. p. 220. - 6) Neue Beiträge zur Flora d. Schweiz, V. Heft (1890) p. 1 ff. - 7) Notes on arctic plants in Bot. Tidskr. XXI (1898) p. 294 ff.

D. rupestris als zu *D. fladnizensis* stellen sollen.

Auch in der neuesten Monographie nordischer Draben, die 1917 von Frau EKMAN[1] geliefert wurde, sind verwandte Arten zu grösseren Gruppen ("Typen") vereinigt. Der Artbegriff ist recht weit gefasst, die Spezies selbst in eine Anzahl von Subspezies und Formen zerlegt. -

Hatte also bei den Monographen seit LINDBLOM durchwegs die Neigung geherrscht, den Formenreichtum der Gattung auf einige wenige "gute" Spezies von grosser Variationsweite zurückzuführen, so waren hingegen die Floristen seither andere Wege gegangen, genauer gesagt, sie waren in den Spuren KOCH's weitergewandelt, wenigstens die mitteleuropäischen, die bis zum heutigen Tage direkt oder indirekt auf KOCH fussen. Wir finden daher seit LINDBLOM in keiner Leucodraben-Monographie auch nur eine neue Spezies beschrieben; neue Namen, die vereinzelt auftauchten, bezeichneten stets etwas schon bekanntes. Die neuen Arten, die in den letzten 6 Jahrzehnten aufgestellt wurden, sind, soweit es sich nicht um Einzelbeschreibungen handelt, in Florenwerken, Reiseberichten, Samenkatalogen enthalten, also in Veröffentlichungen, die sich nicht speziell mit der Gattung *Draba* beschäftigten. Wir finden in der Literatur dieses Zeitraumes folgende neue Leucodraben:

D. lasiophylla wurde von ROYLE [2] 1839 aus dem Himalaya beschrieben, *D. hirsuta* von TURCZANINOW [3] auf den kurilischen Inseln entdeckt, *D. intermedia* 1840 von HEGETSCHWEILER [4] als Zwischenglied zwischen *D. fladnizensis Wulf.* und *D. siliquosa M.B.* aufgestellt. 1841 führte BUNGE [5] seine *D. altaica*, im gleichen Jahre TURCZANINOW [6] seine *D. gelida* auf, ein Jahr später BOISSIER [7] die *D. armena*. SAUTER [8] beschrieb 1849 die Zwergform der *D. dubia Sut.* als *D. pumila Mielichh.*, 1852 eine Varietät der *D. tomentosa* als *D. nivea* [9], jene aus Rauris im Salzburgischen, diese aus dem Engadin. 1855 schenkte uns STUR [10] seine *D. Pacheri*, eine Lokalspezies aus Kärnten, 1859 seine siebenbürgische *D. Kotschyi* [11], 1858 HEUFFEL [12] die ebenfalls siebenbürgische *D. Dorneri*. In RUPRECHT's "Flora caucasica" erschien 1869 *D. supranivalis* [13]. Mit einer Kollektion von Tiroler Pflanzen gab PORTA 1878 seine *D. Huteri* aus. BRÜGGER [14] beschrieb 1881 die mit SAUTER's *D. nivea* identische *D. rhaetica*, DALLA TORRE [15] 1882 die glabreszierende Form der *D. siliquosa* als *D. Trachselii*, 1892 WETTSTEIN [16] die von DÖRFLER in Albanien gesammelte *D. Dörfleri*; eine japanische Lecodraba benannte MAKINO als *D. Shiroumana* (1904), FEDTSCHENKO stellte 1906 die zentralasiatische *D. uczkolensis*, JAVORKA 1910 die siebenbürgische *D. Simonkaiana* auf [17]. Bei Frau EKMAN endlich findet man mehrere neue Namen für verschiedene Formen aus der Verwandtschaft der *D. rupestris R. Br.*

LINNE kannte nur 8 Arten der Gattung *Draba*, WILLDENOW bereits 16, De CANDOLLE trotz der Abtrennung der beiden Gattungen *Petrocallis* und *Erophila* 59 Spezies. Letzterer war der erste, der eine Einteilung der Gattung in Sektionen durchführte. Er unterschied folgende Untergattungen:

1. *Aizopsis.* - Ausdauernde Pflanzen. Schaft nackt. Blätter starr, gewimpert. Blüten gelb. Griffel fadenförmig, verschieden lang.

2. *Chrysodraba* - Ausdauernde Pflanzen. Blätter nicht steif und nicht gekielt. Blüten gelb. Griffel fehlend oder kurz.

3. *Leucodraba* - Ausdauernde Pflanzen. Blätter nicht steif. Blüten weiss. Schaft nackt oder wenigblättrig.

4. *Holarges* - Ein- oder zweijährige Pflanzen. Griffel kurz. Stengel beblättert, verzweigt. Blüten klein, weiss oder gelb.

---

1) Beitr. z. Kenntnis d. nord. Hochgebirgs-*Drabae* Sv. Vet. Ak. Handl. 57 (1917) nr. 3. - 2) Ill. Bot. Himalay. p. 71. - 3) Bull. Soc. Nat. Mosc. XIV, p. 64. - 4) Fl. d. Schweiz p. 631. - 5) Delect. sem. Hort. Dorpat. p. 8. - 6) Bull. Soc. nat. Mosc. XV, p. 250. - 7) Ann. Sc. Nat. 1842, p. 167, teste BOISSIER, Fl. or. I, p. 301. - 8) Flora XXXII, p. 666. - 9) Flora XXXV, p. 622. - 10) Ö. b. Woch. V, p. 49. - 11) Ö. b. Z. IX, p. 33. - 12) Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien VIII, p. 59- - 13) Fl. Caucas. p. 116. - 14) Jahresber. Naturf. Ges. Graubünd. XXV, p. 80. - 15) Anleitung p. 179. - 16) Beitr: z. Fl. Alban. in Bibl. Bot. H. 26, p. 22. - 17) Bot. Közlem. 1910, p. 281.

5. *Drabella*. - Ein- oder zweijährige Pflanzen. Griffel fehlend. Stengel beblättert, verzweigt. Blüten klein, weiss oder gelb.

Von diesen 5 Sektionen sind die 1. *(Aizopsis)* und 5. *(Drabella)* ohne Zweifel natürliche Gruppen. Hingegen sind die 2. *(Chrysodraba)*, 3. *(Leucodraba)* und 4. *(Holarges)* nicht scharf voneinander zu scheiden und gehen an mehreren Stellen ineinander über. Von *Chrysodraba* unterscheidet sich *Leucodraba* überhaupt nur durch die weisse Blütenfarbe, ein Merkmal, das nicht nur innerhalb der Sektionen, sondern sogar innerhalb einer Spezies unbeständig ist. So gibt es z.B. von *D. nivalis Liljebl.* eine in Ostasien vorkommende Spielart mit schwefelgelben Blüten, um derentwillen De CANDOLLE [1] die normalerweise weissblühende Pflanze in die Sect. *Chrysodraba* einreiht. Auch *D. tomentosa Whlbg.* unter den Leucodraben hat etwas gelbliche Blüten. Andererseits pflegen Arten der Sect. *Chrysodraba* im Alter mitunter auszublassen, z.B. *D alpina L.*[2], *D. Tschktschorum Trautv.* [3] etc.

Auch die Grenze der Sect *Leucodraba* gegen die Sect. *Holarges* hin lässt sich nicht genau einhalten. De CANDOLLE selbst zählt z.B. *D. contorta Ehrh.*, die in den Hochgebirgen immer ausdauert, zu den ein- bis zweijährigen Arten der Untergattung *Holarges*. Ebenso soll nach LINDBLOM *D. aurea* eine perennierende Pflanze sein, obwohl sie De CANDOLLE ebenfalls in der Sect. *Holarges* anführt.

All' diese Mängel der Einteilung hatte schon LINDBLOM [4] trefflich auseinandergesetzt und sie zum Anlass genommen, die Sektionen *Chrysodraba, Leucodraba* u. *Holarges* zu einer einzigen Untergattung zusammenzufassen, die er *Drabaea* nannte. Daneben liess er die Sektionen *Aizopsis* und *Drabella* bestehen und schloss De CANDOLLE's Gattung *Erophila* als 4. Untergattung an. Obschon dieses System LINDBLOM's heute noch wissenschaftlich einwandfrei ist, fand es verhältnismässig wenig Anklang. Doch nahm es z.B. WATSON [5] an unter Hinzufügung einer neuen Sektion *Heterodraba*, welch' letztere durch eine einzige amerikanische Art vertreten wird. Genau in allen Punkten übereinstimmend ist in neuester Zeit das Drabensystem PRANTL's in den Natürlichen Pflanzenfamilien [6], nur dass die Bezeichnungen *Chrysodraba, Leucodraba* und *Holarges* als Untergruppen von *Drabaea* wieder zum Vorschein kommen

Eine Ergänzung der Einteilung De CANDOLLE's suchten ferner SOMMIER und LEVIER [7] zu liefern durch Aufstellung einer neuen Sektion *Arabidopsis* mit einer einzigen Art, *D. subsecunda*, welche Schotenfrüchte trägt. Ihre Blütenfarbe ist unbekannt. Vermutlich gehört sie überhaupt nicht zur Gattung *Draba*.

Eine von De CANDOLLE abweichende, aber doch auf ihn zurückführbare Einteilung rührt von FRIES [8] her und wurde u.a. von NYMAN [9] übernommen. FRIES teilt die skandinavischen Draben folgendermassen ein: A. Vernae; B. Aestivales; C. Redivivae seu stoloniferae aut soboliferae; D. Annosae seu rosulato-caespitosae semper-virentes.

Die Gruppe A. Vernae deckt sich mit De CANDOLLE's Gattung *Erophila*, die Gruppe B. Aestivales mit der Sect. *Drabella DC.*, die Gruppe C. Redivivae umfasst die Sect. *Holarges* mit Einschluss der *Leucodraba*-Arten *D. hirta L.* und *D. rupestris R. Br.*; die Gruppe D. Annosae die übrigen Leucodraben sowie die Sektionen *Chrysodraba* und *Aizopsis*, welch' letztere allerdings in Skandinavien nicht vertreten ist und erst von NYMAN hinzugezogen wurde. Aber auch abgesehen von dieser unbegründeten Einziehung der vielleicht am schärfsten umschriebenen Untergattung ist die Einteilung von FRIES abzulehnen wegen der unnatürlichen Abtrennung der *D. rupestris* von ihren nächsten Verwandten.

GRENIER und GODRON [10] unterschieden nur zwei Untergattungen: *Eudraba* und *Erophila*, wobei *Eudraba* also die Sektionen *Aizopsis, Chrysodraba, Leucodraba* und *Holarges* De CANDOLLE's einschloss. Diese Einteilung wendete auch NEILREICH in sei-

---

1) Syst. nat. II, p. 340 pro *D. muricella Whlbg.*; Prodr. I, p. 168. - 2) Linnaea XIII (1839) p. 317. - 3) Fl. terr. Tschuktsch. in Act. hort. Petrop. VI (1879) p. 12. - 4) Linnaea XIII, p. 316 ff. - 5) Fl. North Am. I.1. p. 106 ff, te. GILG, Beibl. Engl. Jahrb. XL, nr. 90, p. 37. - 6) Engler-Pratl, Nat. Pflanzenfam. III.2. (1891) p. 190. - 7) Plant. nov. Cauc. in Act. hort. Petrop. XIII (1893) p. 36. - 8) Summa veg. Scand. I (1846) p. 31-32. - 9) Sylloge (1855) p. 199-200. - 10) Fl. de France I (1848) p. 121.

ner Flora von Niederösterreich [1]) an, in gewissem Sinne auch ROUY und FOUCAUD [2]), indem sie zwei "Subgenera" *Eudraba* und *Erophila* aufstellen und das Subgenus *Eudraba* weiter in die drei Sektionen *Aizopsis, Leucodraba* und *Drabella* zergliedern (*Holarges* geht in *Leucodraba* auf, *Chrysodraba* ist in Frankreich nicht vertreten).

In neuester Zeit hat GILG [3]) mit Rücksicht auf die zahlreichen neu entdeckten amerikanischen Arten, die sich dem alten System De CANDOLLE's schwer einfügen liessen, eine Neu-Einteilung der Gattung vorgenommen. Er stellte 15 Sektionen auf, darunter 10, die ausschliesslich amerikanische Arten enthalten. Die übrigen 5, die auch auf die alte Welt übergreifen, sind folgende: I. *Aizopsis (=Aizopsis DC.)*, II. *Alpinoideae (=Chrysodraba DC.)*, VIII. *Graciles (=Drabella DC.)*, IX. *Nivales (=Leucodraba DC.* ohne *D. hirta L.)*, XI. *Hirtae (=Holarges* mit *D. hirta L.*, ohne *D. magellanica Lam.)*.

Man sieht, dass sich GILG hinsichtlich der europäischen Arten, abgesehen von der nur bedingt gerechtfertigten Verschiebung der *D. hirta L.* und von der Überstellung der *D. magellanica Lam.* in die rein amerikanische Sektion *Alyssoideae*, im Wesentlichen auf eine Neu-Benennung der Sektionen De CANDOLLE's beschränkte, wobei jedoch das Verdienst GILG's, die amerikanischen Draben in ein geordnetes System gebracht zu haben, nicht bestritten werden soll. Im Übrigen sind die Grenzen zwischen den einzelnen Sektionen bei GILG zum Teil ebenso verschwommen wie bei De CANDOLLE.

Im Allgemeinen blieben die meisten Monographen und namentlich Floristen der Einteilung De CANDOLLE's treu. Die Gründe hierfür liegen ausser in der überragenden Autorität des grossen Forschers wohl in dem Umstande, dass seine Einteilung besonders für kleinere Florengebiete praktisch sehr gut verwendbar ist, weil in solchen die einzelnen Gruppen infolge der geringen Artenzahl und des Mangels an Verbindungsgliedern relativ scharf voneinander geschieden sind. Auch mochte es vielen Botanikern mit Recht für allzu streng erscheinen, dass man bei der Abgrenzung der Sektionen untereinander ebenso rigoros vorgehen wollte wie bei der der Gattungen untereinander. Ja, im Gegenteil, es ist ein erfreuliches Zeichen für die "Natürlichkeit" einer Gattung, wenn ihre Sektionen nicht durch tiefe Klüfte voneinander getrennt sind, sondern sich möglichst eng aneinanderschliessen.

Aus diesen Gründen, sowie in der Erwägung, dass im Interesse der Übersichtlichkeit und der leichteren Bestimmung die Sektionen nicht zu gross werden sollen [4]), habe ich in der vorliegenden Arbeit die Sektion *Leucodraba* in dem ihr von ihrem Autor gegebenen Umfang aufgefasst und auch den Namen De CANDOLLE's beibehalten, was ich zur Vermeidung unnötiger Verwirrungen auch bei den übrigen Sektionen für zweckmässig halte. Nur hinsichtlich der Sektion *Holarges* könnte eine Ausnahme gemacht und der Name *Hirtae* vorgezogen werden [5]), weil GILG den Sektionscharakter der *Hirtae* nicht auf die bei De CANDOLLE's *Holarges* so trügerische Ein- resp. Zweijährigkeit, sondern vielmehr auf die Vielblätterigkeit und Verzweigung des Stengels fundierte (Merkmale, die bei De CANDOLLE erst in zweiter Linie eine Rolle spielen) und da ausserdem der Umfang der Sektion *Holarges DC.* bei GILG hinsichtlich der bereits De CANDOLLE selbst bekannten und von ihm hierher gerechneten Pflanzen eine Verschiebung erfuhr. Da es jedoch nicht üblich ist, Pluralnamen als Sektionsbezeichnungen zu verwenden, sind die GILG'schen Sektionsnamen überhaupt nicht zu empfehlen und ich greife daher auch in diesem Falle auf den von De CANDOLLE gegebenen Namen *Holarges* zurück.

CHARAKTERISTIK UND GLIEDERUNG DER SECTIO LEUCODRABA.

Die *Draba*-Arten aus der Sect. *Leucodraba* sind durchwegs hochalpine oder arktische Pflanzen. Sie sind an rauhes, kaltes Klima angepasst und bewohnen Felsen,

---

1) p. 741 (1859). - 2) Fl. de France II (1895) p. 208. - 3) Über die Verwandtschaftsverhältnisse und die Verbreitung der amerikanischen Arten der Gattung *Draba*, in Beih. Engl. Jahrb. XL, nr. 90, p. 38 ff (1907). - 4) Aus ebendiesem Grunde zieht auch Frau EKMAN die Einteilung De CANDOLLE's der LINDBLOM's vor (Z. Kenntnis d. nord. Hochgeb.-Drabae, p. 12).- 5) Vergl. auch HAYEK, Fl. v. Steiermark I (1909), p. 518.

Schutthalden und steinige Abhänge in mehr oder minder dichten, ausdauernden Rasen. Die Wurzel ist mehrjährig, meist etwas holzig, und geht in einen kräftigen Wurzelstock über, der von trockenen, schuppigen Niederblättern bekleidet ist und sich in eine Anzahl von Stämmchen verzweigt. Diese tragen an ihrer Spitze je eine Blattrosette, die mehr oder weniger dicht sein kann und bei einigen Arten (*D. dubia Sut., D. siliquosa M.B.* u.a.) manchmal zur Auflockerung neigt, namentlich in der Kultur. Eine Anzahl von Rosetten bleibt steril, aus den anderen wächst ein blattloser oder 1 - 3, nur ausnahmsweise 4 - 5-blätteriger Stengel empor. Seine Höhe ist sehr verschieden, doch wird eine Höhe von 20 cm selten erreicht, während Arten der Sektion *Holarges* oft eine Höhe von 30 - 40 cm und darüber erreichen. Nur *D. siliquosa M.B.* unter den Leucodraben sowie einige Bastarde von besonders gesteigerter Vegetationskraft können unter günstigen geologischen Verhältnissen [1] bis zu 30 cm hoch werden. Doch sind das seltene Ausnahmefälle. Der Stengel ist meist unverzweigt, selten gegabelt, z.B. bei grösseren Exemplaren von *D. dubia Sut., D. Huteriana Porta* und *D. siliquosa M.B.* Im Gegensetz zu den schmäleren Rosettenblättern, die gewöhnlich an der Basis verjüngt oder sogar in einen kurzen Blattstiel zusammengezogen sind, sind die Stengelblätter, wenn solche vorhanden, immer sitzend, an der Basis verbreitert und etwas abgerundet. Rosetten- wie Stengelblätter sind manchmal ganzrandig, manchmal mit einem oder wenigen Zähnen versehen. Dieses Merkmal schwankt nicht nur an ein und derselben Art, sondern sogar an ein und demselben Individuum und ist zur Art-Abgrenzung überhaupt nicht zu brauchen.

Sämtliche Leucodraben sind Hochsommerblüher. Ausnahmen in dieser Hinsicht bilden *D. siliquosa M.B.* in Mitteleuropa und Vorderasien und *D. altaica* [2] im Polargebiet, die bereits im Mai zu blühen beginnen.

Die Traube ist 2 - 20-blütig, in blühendem Zustande stets dicht doldenartig, fast kopfig zusammengedrängt, im Fruchtstadium meist etwas lockerer, wobei sie entweder doldenartig bleibt oder zu einer verlängerten, lockeren Traube auswächst.

Die Blütenstiele sind während der Anthese ganz kurz, namentlich die der inneren (oberen) Blüten, sie verlängern sich aber im Fruchtstadium etwas und sind dann entweder länger oder kürzer als die Schötchen. Meist sind sie halb aufgerichtet u. bilden mit der Axe einen Winkel, der kleiner ist als 45°. In einigen Fällen ist der Winkel grösser als 45°, die Fruchtstiele sind dann abstehend, wie bei *D. siliquosa M.B.* und gewissen Formen der *D. fladnizensis Wulf.* Sehr stark aufgerichtet oder überhaupt der Traubenspindel anliegend sind sie bei den meisten Formen der *rupestris*-Reihe und bei *D. Pacheri Stur.*

Die Kelchblätter sind länglich oder eiförmig, zugespitzt oder stumpf, die Kronblätter in den allermeisten Fällen weiss, nur bei einer Varietät der *D. nivalis Liljebl.* (var. *caesia Adams*) sind sie meist etwas gelblich; im getrockneten Zustande können aber alle Leucodraben eine gelbliche Blütenfarbe bekommen. An der Basis sind die Petalen verschmälert, oben sind sie entweder abgerundet oder schwach ausgerandet, am stärksten bei *D. supranivalis Rupr.* Die Filamente sind entweder alle gleich gestaltet oder es sind die längeren in der unteren Hälfte verbreitert, z.B. bei *D. stellata Jacq., D. Simonkaiana Jav., D. supranivalis Rupr.* Bei *D. Dörfleri Wettst.* sind sie ausserdem noch in der Mitte ihrer Höhe anch aussen mit einem Anhängsel versehen.

Die Schötchenform ist ziemlich mannigfaltig, entweder eiförmig (*D. stellata Jacq., D. supranivalis Rupr., D. tomentosa Whlbg., D. fladnizensis Wulf., D. Pacheri Stur*) oder elliptisch-länglich (*D. dubia Suter*) oder eilanzettlich (*D. Kotschyi Stur, D. altaica Bge.*) oder lineallanzettlich (*D. siliquosa M.B., D. Huteri Porta, D. nivalis Liljebl.*). Die Narbe ist meist zweilappig, nur bei *D. Simonkaiana Jav.*manchmal etwas zweiteilig. Der Griffel fehlt entweder ganz, wie bei *D. fladnizensis Wulf.* und vielen andern, oder er ist sehr kurz, wie bei *D. tomentosa Whlbg.*, oder er ist mehrmals länger als breit, wie bei *D. stellata Jacq., D. Simonkaiana Jav., D. Dörfleri Wettst.* und *D. supranivalis Rupr.* Die Zahl der Samen in einem Fache schwankt zwischen 4 (*D. supranivalis Rupr.*) und 18 (*D. siliquosa M.B.*).

---

1) z.B. auf Chloritschiefer (nach STUR, Ö. b. Wochenbl. V, p. 92. - 2) EKSTAM, Blütenbiol. Beob. auf Spitzbergen, in Tromsoe Mus. Aarsh. XX (1897) p. 4.

Fast alle Leucodraben tragen Haare irgend einer Form. Ganz kahle Varietäten kommen bei *D. fladnizensis Wulf.*, *D. siliquosa M.B.* und *D. supranivalis Rupr.* vor, sind aber äusserst selten und gewiss erst sekundär, vielleicht durch feuchten Standort, entstanden. Die Behaarung beschränkt sich entweder auf die Blätter (*D. fladnizensis Wulf.*, *D. supranivalis Rupr.*) oder erstreckt sich auch auf den unteren Teil des Stengels (*D. siliquosa M.B.*, *D. stellata Jacq.*) oder auf den ganzen Stengel samt den Blütenstielen (*D. Kotschyi Stur*, *D. nivalis Liljebl.*, *D. dubia S.*, *D. altaica Bg.*) oder auch auf die Schötchen, die entweder einfach bewimpert (*D. tomentosa Wlbg.*, *D. rupestris R. Br.*) oder sternhaarig (*D. Simonkaiana Jav.*, *D. Dörfleri Wettst.*, *D. lasiophylla Royle*) sein können. Die Behaarung steigt von unten nach oben auf, d.h. es kommt normalerweise nicht vor, dass bei behaarten Stengel die Rosettenblätter oder bei behaarten Schötchen die Fruchstiele, Stengel und Blätter kahl wären. Die lokale Verteilung des Haarkleides an der Pflanze ist bei den einzelnen Spezies Schwankungen ausgesetzt und es war ein Fehler der älteren Autoren, dass sie auf dieses Merkmal zu grosses Gewicht legten. Hingegen ist die qualitative Beschaffenheit der Behaarung, die Haarform, von grosser Bedeutung nicht nur für die Art-Unterscheidung, sondern auch für die Aufdeckung phylogenetischer Beziehungen zwischen den Arten untereinander und zwischen den einzelnen Sektionen, sowie für eine möglichst natürliche Gruppierung der Arten innerhalb der Sektion *Leucodraba*, weil nahe verwandte Spezies die gleiche Haarform aufweisen.

Weit entfernt davon, in den Fehler der alten Monographen zu verfallen und zu Gunsten eines einzigen Merkmals die übrigen Unterschiede in Form und Grösse der Schötchen und Petalen, Gestaltung der Filamente und des Griffels, Breite und Zahl der Stengelblätter und teilweise auch in der Behaarungsverteilung zu vernachlässigen, glaube ich doch den Wert eines Einteilungsprinzips nicht unterschätzen zu dürfen, das uns gestattet, die Untergattung *Leucodraba* in eine Anzahl natürlicher, eng verwandte Arten enthaltender Gruppen zu zerlegen. Dass die Haarform auch für die einzelnen Spezies in der Aufeinanderfolge mehrere Generationen konstant bleibt, hat Frau EKMAN [1] durch eingehende Züchtungsversuche nachgewiesen, allerdings nur für einfache Haare und Sternhaare überhaupt, nicht aber für die verschiedenen Varianten der Sternhaare. Durch sorgfältige Untersuchung des gesamten mir zur Verfügung stehenden Materials mittes Lupe und Mikroskop bin ich zur Überzeugung gelangt, dass auch der Verzweigungsmodus der Sternhaare für jede Spezies ein ziemlich konstantes Merkmal bildet.

Es kommen bei den verschiedenen Leucodraben-Spezies folgende Haarformen vor:

I. Einfache Haare (pili simplices). Sie sind durchaus unverzweigt, von konischer Gestalt, mit feiner Spitze endigend, entweder relativ derb und steif oder dünner und gebogen. Letzteres ist besonders am Stengel der Fall, ersteres meist an den Blättern. Kommen sie am Schötchen vor, so sind sie ganz kurz und fein.

II. Sternhaare (pili stellati). Sie bestehen aus einem unverzweigten Stiel (stipes), der an seinem oberen Ende vier horizontal ausgebreitete oder schief aufwärts gerichtete Strahlen (radii) trägt. Alle vier Strahlen entspringen normalerweise an einem Punkte und divergieren voneinander um 90° (Fig. 1). Seltener ist

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

eines der beiden Strahlenpaare nicht genau gegenständig und es ergibt sich dann ungefähr ein Bild wie in Fig. 2. Ferner können je zwei gegenüberstehende Strahlen kürzer sein als die beiden andern, ja, sie können ganz fehlen und wir haben dann

1) Beitr. z. Kenntn. d. nord. Hochgebirgs-Drabae p. 25.

ein "zweistrahliges Sternhaar" vor uns (Fig. 3). Der Winkel zwischen beiden Strahlen kann nahe an 180° liegen, er kann aber auch kleiner werden und schliesslich unter 90° sinken. Das ist der Typus der echten Gabelhaare (pili furcati, Fig. 4). Das Gabelhaar stellt also nur einen weniger ausgebildeten Spezialfall des Sternhaars dar, ist gewissermassen als ein einfaches Haar am Beginn seiner (phylogenetischen oder ontogenetischen) Differenzierung zum Sternhaar aufzufassen. Daher ist das Gabelhaar dort am häufigsten, wo sich ein Übergang von ursprünglich einfach behaarten Formen zu sternhaarigen vollzieht (in der *rupestris*-Reihe) oder bei Formen, die ihre einstige Sternhaarbehaarung reduziert haben (z.B. bei *D. siliquosa M.B. var. Hoppeana*, bei *D. supranivalis Rupr.*).

Die echten vierstrahligen Sternhaare lassen mehrere Modifikationen unterscheiden. Aufgrund umfassender, vergleichender mikroskopischer Untersuchungen konnte ich folgende Varianten festhalten:

1. Unverzweigte Sternhaare (pili stellati radiati). - Sie sind von der Form, die in Fig. 1 dargestellt ist. Die vier Strahlen sind nicht mehr weiter verzweigt. Ausnahmsweise kann ein oder der andere Strahl gegabelt sein oder sonst irgend ein Ästchen aufweisen. In solchen Fällen bleibt jedoch der gegenüberstehende Strahl unverzweigt (Fig. 5). Diese unverzweigt-strahligen Sterhnaare sind typisch für

Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.

D. siliquosa M.B., *D. Dornerl Hff.* und jene Formen der *D. fladnizensis Wulf.*, die Sternhaare tragen. Bei letzteren findet sich häufig die oben erwähnte Abart, bei der eines der beiden korrespondierenden Strahlenpaare verkürzt erscheint (Fig. 6). Soweit bei den Arten der *rupestris*-Reihe Sternhaare vorkommen, sind sie ebenfalls unverzweigtstrahlig.

2. Verzweigte Sternhaare (pili stellati ramosi). - Sie sind dadurch charakterisiert, dass wenigstens eines der beiden korrespondierenden Strahlenpaare, meistens jedoch beide, verzweigt sind. Aus der Art der Verzweigung ergeben sich folgende Varianten dieser Sternhaarform:

a. Gegenständig verzweigte Sternhaare, Kreuzhaare (pili stellati cruciati). - Wenigstens eines der beiden korrespondierenden Strahlenpaare ist derart verzweigt, dass jeder der beiden gegenüberstehenden Strahlen ungefähr in seiner Mitte oder etwas weiter oben zwei gegenständige Zweige (rami) trägt. Am zweiten Strahlenpaar kann die Verästelung asymmetrisch erfolgen, etwa derart, dass der eine Strahl gegenständig verzweigt, der andere jedoch nur gegabelt ist, wie in Fig. 7, oder indem der eine Strahl gegabelt, der andere unverzweigt ist, wie in Fig. 8. - Die einzelnen Strahlen und Zweige laufen in eine feine Spitze aus und sind meist starr und gerade, selten gebogen. Solche Sternhaare sind charakteristisch für *D. tomentosa Whlbg.* und ihre engeren Verwandten (*D. dubia Sut.*, *D. Huteri Porta*, *D. Pacheri Stur*).

b. Wechselständig oder einseitig verzweigte Sternhaare (pili stellati alternati). - Wenigstens eines der beiden korrespondierenden Strahlenpaare trägt an jedem Strahl eine Auszweigung nach der Seite. Wenn eine Auszweigung auch nach der andern Seite erfolgt, so inseriert sie nicht gegenständig, sondern etwas tiefer oder höher und ist auch nicht von gleicher Grösse (Fig. 9). Das andere Strahlenpaar ist meist unverzweigt, seltener trägt es ebenfalls je einen kleinen Seitenzweig. Die Strahlen sind nicht so fein zugespitzt wie bei den Kreuzhaaren, auch sind sie etwas robuster, derber, nicht selten etwas gebogen, was bei den Kreuz-

haaren niemals der Fall ist. Einseitig verzweigte Sternhaare finden sich bei *D. stellata Jacq.*

c. Doppelt-gegenständig verzweigte Sternhaare, Doppel-Kreuzhaare (pili stellati bicruciati). - Sie unterscheiden sich von den einfachen Kreuzhaaren dadurch, dass die Strahlen wenigstens des einen der beiden Paare zweimal übereinander gegenständig verzweigt sind (Fig. 10) Solche Sternhaare habe ich bei *D. lasiophylla Royle* gefunden.

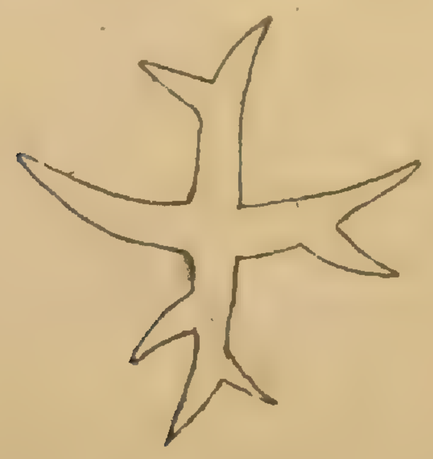


Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Die Formen b. und c. sind nicht so charakteristisch wie die Form a, in die sie vielfach übergehen und mit der sie meist untermischt sind.

Die verzweigten wie die unverzweigten Sternhaare sind durch einige gemeinsame Merkmale ausgezeichnet, namentlich durch die gleiche Grösse und durch den deutlichen Stiel, der mindestens halb so lang ist wie die Strahlen, gewöhnlich aber fast gleichlang oder manchmal sogar etwas länger. Diese gemeinsamen Eigenschaften gelten aber nur für die Sternhaare der vegetativen Teile. Wenn sie auf den Schötchenklappen vorkommen, sind sie viel kleiner und fast stiellos. Die Schötchen-Sternhaare können einen andern Verzweigungsmodus haben als die der vegetativen Teile. So hat z.B. die hebekarpe Varietät der verzweigt-sternhaarigen *D. dubia S.* unverzweigte Schötchenhaare.

Hinsichtlich der Grösse und der Länge des Stiels weicht von den bisher besprochenen Sternhaarformen ein anderer interessanter Typus erheblich ab, nämlich:

3. Die Sternchenhaare (pili stellulati). - Sie sind um die Hälfte kleiner als die unverzweigten und verzweigten Sternhaare und ganz kurz gestielt, fast sitzend. Untersucht man ihre Verzweigungsverhältnisse, so bemerkt man, dass die einzelnen Strahlen reichlich verästelt sind, und zwar oft schon dicht über ihrer Insertionsstelle, wodurch die ursprüngliche Vierstrahligkeit verwischt und Mehrstrahligkeit vorgetäuscht wird (Fig. 11 und 12), zumal die sekundären Auszweigungen die Strahlen oft an Länge erreichen. Strahlen und Zweige sind nicht selten etwas gekrümmt. Der Verzweigungsmodus kann gegenständig oder wechselständig, die Zweige können ihrerseits wieder in verschiedenartiger Weise verästelt sein. Durch alle diese Möglichkeiten erlangen diese hübschen Sternhaare eine ganz unglaubliche Variabilität ihrer äusseren Gestalt und man wird wohl kaum an einer Pflanze zwei finden, die vollkommen einander gleichen. Die Sternchenhaare finden sich nur bei *D. nivalis Liljebl.*, sind aber hier so typisch, dass sie als ausgezeichneter Spezies-Charakter verwendet werden können. Sie sind schon WAHLENBERG [1] an dieser Pflanze aufgefallen und von vielen nachfolgenden Autoren als besonders eigenartiges Merkmal gekennzeichnet worden.

Wenn ich nun daran gehe, die Arten der Sect. *Leucodraba* nach ihrer Haarform zu gruppieren, so möchte ich vorher noch einmal Verwahrung dagegen einlegen, dass dieses Vorgehen als einseitiges, künstliches "Sortieren" nach dem Beispiele der älteren Moncgraphen aufgefasst werde. Als solches kann diese Einteilung schon deswegen nicht ausgelegt werden, weil es in dreien oder vier unterschiedenen Gruppen Formen gibt, die nur einfach behaart sind, in zweien unter ihnen ganz kahle Formen. Diese dürfen nicht zu eigenen, ganz unnatürlichen Gruppen vereinigt wer-

1) De clim. et veget. Helv. sub *D. ciliari*, p. 124 (1813).

den, sondern müssen dorthin gestellt werden, wohin sie ihren aus dem morphologischen Vergleich und ihrem Verbreitungsgebiet erschlossenen verwandtschaftlichen Beziehungen nach gehören. Denn die Klarheit der Verwandtschaftsverhältnisse darf nicht der Integrität des Einteilungsprinzipes aufgeopfert werden. Diesem Grundsatz folgend habe ich z.B. auch *D. Simonkaiana Jav.* in die Reihe "*Ramoso-stellatae*" gestellt, weil sie sich unzweifelhaft eng an *D. stellata Jacq.* anschliesst, mit *D. fladnizensis Wulf.* oder *D. siliquosa M.B.*, wohin sie aufgrund ihrer unverzweigten Sternhaare zu stellen wäre, aber keine näheren Beziehungen aufweist.

Ich gliedere somit die Sektion *Leucodraba* in vier Reihen, die ihre Namen nach der Haarform erhalten, deren jede aber noch durch eine Anzahl anderer Merkmale gekennzeichnet ist. Die Reihen sind folgende:

Series I. *Hirsutae.* (*rupestris*-Reihe). - Haare entweder nur einfach oder mit unverzweigtstrahligen Sternhaaren untermischt, jedoch immer die einfachen Haare in der Überzahl, auch am Stengel. Hierher gehörne: *D. rupestris R. Br., D. trichella Fr., D. corymbosa R. Br., D. altaica Bge., D. Kotschyi Stur, D. gelida Turcz., D. hirsuta Turcz., D. shirouana Mak.*

Series II. *Radiato-stellatae* (*fladnizensis*-Reihe). - Haare entweder nur unverzweigte Sternhaare oder mit Gabel- und einfachen Haaren untermischt, oder nur einfache Haare, letztere jedoch niemals am Stengel. Hierher gehören: *D. fladnizensis Wulf., D. Dorneri Heuff.* und *D. siliquosa M.B.*

Series III. *Ramoso-stellatae* (*tomentosa*-Reihe). - Sternhaare immer verzweigt, nur bei *D. Simonkaiana* unverzweigt, bei *D. supranivalis* fehlend, bei *D. uczkolensis* und *D. armena* nicht untersucht. Hierher zählen: *D. dubia Sut., D. Huteri Porta, D. tomentosa Whlbg., D. Pacheri St., D. stellata Jacq., D. Simonkaiana Jav., D. Dörfleri Wettst., D. supranivalis Rupr., D. armena Boiss., D. lasiophylla Royle, D. uczkolensis Fedtsch.*

Series IV. *Stellulatae* (*nivalis*- Reihe). - Haare ausschliesslich Sternchenhaare. Hierher zählt nur die einzige Art *D. nivalis Liljebl.*

CLAVIS NATURALIS
SPECIERUM GENERIS *DRABA*, SECTIONIS *LEUCODRABA*.

I. Hirsutae: Series *Drabae rupestris*. Pilis praecipue simplicibus, furcatis vel radiato-stellatis saepe immixtis. Scapus (caulis) glaber vel pilis simplicibus divaricatis (stellatis saepe immixtis) hirsutus, Pedicelli erecti vel suberecti; siliculae glabrae vel hispidae.
(Huc etiam pertinent *D. rupestris R. Br.* ejusque affines *D. trichella Fr., D. altaica Bge., D. corymbosa R. Br., D. gelida Turcz.* et forsitan *D. hirsuta Turcz., D. shiroumana Mak., D. Sakuraii Mak.*, omnes species mihi non satis cognitae.

Siliculae late v. anguste lanceolatae, hispidae vel glabrae; racemus fructifer corymbosus vel elongatus; folia caulina plerumque dentata, rarius integra. *Kotschyi Stur.*

II. Radiato-stellatae: Series *Drabae fladnizensis*. Pili radiato-stellati, simplicibus saepe immixtis, vel omnes simplices vel tota planta glaberrima. Scapus (caulis) glaber, rarissime sparse stellato-pilosus, nunquam pilis simplicibus divaricatis hirsutus. Racemus fructifer corymbosus pedicellis erectis vel elongatus pedicellis patentibus. Siliculae glaberrimae, rarissime pilis brevissimis hispidulae, 2,5 mm in maximo latae.

A. Siliculae ovatae vel late lanceolatae, semper glabrae, latitudine sua 2 - 3-plo longiores; semina pauca (ad 8) utroque in loculo; scapus superne semper glaber.

1. Stylus nullus vel perbrevis; siliculae ovatae vel late lanceolatae; racemus fructifer corymbosus vel subelongatus; pedicelli suberecti: *fladnizensis Wulfen.*

Stylus manifestus, 0,5 - 1 mm longus; siliculae semper ovatae; racemus fructifer elongatus *Dorneri Heuffel:*

B. Siliculae lineari-lanceolatae, latitudine sua 4-plo longiores, glaberrimae, rarissime pilis brevissimis hispidulae; racemus fructifer elongatus; pedicelli patentes; semina numerosa (plus quam 10) utroque in loculo:
siliquosa M.B.

III. Ramoso-stellatae: Series *Drabae tomentosae* Pili ramoso-stellati, raro (in *D. Simonkaiana*) radiato-stellati vel (in *D. supranivali*) omnes simplices v. tota planta glaberrima. Siliculae lanceolatae vel oblongae vel obovatae, 2,5 mm in minimo latae.

A. Filamenta ad basin vix dilatata; stylus 1,5 mm in maximo longus vel deficiens; pili semper cruciato-stellati vel bicruciato-stellati.

1. Siliculae oblongae vel lanceolatae, nunquam ovatae.

a. Petala 3 mm in maximo longa; stylus nullus vel 0,5 mm longus.

§ Folia caulina totidem fere lata ac longa, ad basin late rotundata.

! Siliculae oblongae vel lanceolatae: *dubia Suter.*

!!Siliculae lineari-lanceolatae: *Huteri Porta*

§§Folia caulina anguste lanceolata.

! Siliculae glabrae apice acutiusculae, ad basin rotundatae:
Uechtolensis Fedtsch.

!!Siliculae stellato-puberulae, utrinque attenuatae.

+ Siliculae 4 - 5 mm longae: *armena Boissier.*

++Siliculae 10 - 12 mm longae: *lasiophylla Boyle.*

b. Petala 3 - 4 mm longa; stylus manifestus, 1 - 2 mm longus; siliculae saepe contortae; scapus aphyllus vel unifolius:
tibetica Hook. et Th.

2. Siliculae ovatae vel ovato-ellipticae, utrinque rotundatae.

a. Petala plus quam 3 mm longa; siliculae ciliatae rarius glabrae; pedicelli suberecti: *tomentosa Wahlenbrg.*

b. Petala 3 mm in maximo longa; siliculae glaberrimae; pedicelli erecti, rhachidi paralleli: *Pacheri Stur.*

B. Filamenta longiora ad basin dilatata, alata vel appendice membranaceo praedita; stylus 1 - 3 mm longus, nunquam deficiens; pili cruciato-stellati vel alternato-stellati vel simplices.

1. Filamenta longiora ad basin dilatata vel alata, sine appendice membranaceo.

a. Petala plus quam 6 mm longa; siliculae ovatae glabrae, rarissime simpliciter ciliatae.

§ Pili praecipue stellati, simplicibus saepe immixtis:
stellata Jacquin.

§§Pili omnes simplices vel tota planta glaberrima:
supranivalis Ruprecht.

b. Petala 3 mm in maximo longa; siliculae stellato-puberulae; pili omnes radiato-stellati: *Simonkaiana Javorka.*

2. Filamenta longiora ad basin alata, appendice membranaceo praedita; siliculae stellato-puberulae; pili cruciato-stellati:
Dörfleri Wettstein.

IV. Stellulatae: Series *Drabae nivalis.* - Pili stellati subsessiles, minutissimi, ramosissimi. Folia et caulis pilosa vel subtomentosa; siliculae anguste lanceolatae, rarissime stellato-puberulae: *nivalis Liljeblad.*

CLAVIS ARTIFICIALIS ANALYTICA AD DETERMINANDAS SPECIES GENERIS *DRABA*, SECT. *LEUCODRABA*.

1. Tota planta glaberrima 2
- Planta aliquo modo pilosa 4
2. Stylus manifestus, ad 2 mm longus; petala 6 - 9 mm longa:
supranivalis Rupr. (var. *lelophylla*).
- Stylus nullus; petala 3 mm in maximo longa 3

3. Silicula ovata, latitudine sua 2 - 3-plo longior:
fladnizensis Wulf. (var. *glaberrima*).
- Silicula lineari-lanceolata, latitudine sua 4-plo longior:
siliquosa M.B. (var. *Hoppeana*).
4. Pili omnes simplices 5
- Pili furcati et stellati simplicibus intermixti vel omnes stellati 6
5. Stylus manifestus, ad 2 mm longus; petala 6 - 9 mm longa: *supranivalis Rupr.*
- Stylus nullus; petala 3 mm in maximo longa:
fladnizensis (var. *gen. et homotricha*).
6. Stylus nullus vel perbrevis 7
- Stylus manifestus, 1 - 3 mm longus 24
7. Silicula glabra 8
- Silicula pilosa vel ciliata 19
8. Silicula anguste lanceolata, latitudine sua 4 - 6-plo longior 9
- Silicula ovata vel oblonga vel elliptica vel late lanceolata, 2 - 3-plo latitudine sua longior 11
9. Caulis sparse pilosus vel glaberrimus; silicula 2 mm in maximo lata; pili simplices et radiato-stellati: *siliquosa M.B.* (var. *gen.*)
- Caulis cum pedicellis subdense stellato-pilosus; pili cruciato-stellati vel stellulati 10
10. Silicula 2,5 mm lata;pili cruciato-stellati; stylus brevis: *Huteri Porta.*
- Silicula 2 mm in maximo lata; pili stellulati minutissimi: *nivalis Liljebl.*
11. Silicula ovata vel elliptica 12
- Silicula oblonga vel lanceolata 16
12. Pedicelli cum caule glaberrimi vel caulis inferne pilosus 13
- Podicelli cum caule dense pilosi 15
13. Stylus nullus: *fladnizensis Wulf.* (var. *heterotr.*)
- Stylus brevis, sed manifestus 14
14. Caulis glaberrimus; petala 3 mm in maximo longa: *Dorneri Heuffel.*
- Caulis inferne pilosus; petala 5 - 6 mm longa: *tomentosa Whlbg.* (var. *nivea*).
15. Petala 3 mm in maximo longa; pedicelli erecti, racemi rachidi parralleli: *Pacheri Stur.*
- Petala 5 - 6 mm longa; pedicelli subpatentes:
tomentosa Whlbg. (var. *leiocarpa*).
16. Silicula oblonga, utrinque rotundata: *dubia Suter.* (var. *gen.*).
- Silicula apice saltem attenuata, lanceolata 17
17. Pedicelli glabri: *dubia Suter* (var. *laevipes*).
- Pedicelli pilosi 18
18. Pedicelli cum caule stellato-pilosi: *uczkolensis Fedtsch.*
- Pedicelli cum caule pilis simplicibus stellatis intermixtis hirsuti: *Kotschyi Stur.*
19. Silicula pilis brevibus simplicibus hispida vel ciliata 20
- Silicula pilis stellatis obsita 23
20. Pedicelli cum scapo pilis simplicibus divaricatis, stellatis intermixtis hirsuti: *Kotschyi Stur.*
- Pedicelli cum caule nunquam pilis stellatis obsiti 21
21. Silicula ovata: *tomentosa Wahlenbg.*
- Silicula oblonga vel lanceolata, nunquam ovata 22
22. Silicula oblonga, utrinque rotundata: *dubia Sut.* (var. *Kochii*).
- Silicula lineari-lanceolata, utrinque attenuata:
siliquosa M. B. (var. *Porcii*).
23. Folia caulina totidem fere lata ac longa, ad basin rotundata, apice acutiuscula vel obtusa, denticulata: *dubia Suter* (var. *hebecarpa*).
- Folia caulina angusta, lanceolata, integerrima: *lasiophylla Royle.*
24. Silicula glaberrima, raro pilis simplicibus brevissimis ciliata; petala 6 - 8 mm longa: *stelldta Jacq.*
- Silicula stellato-pilosa 25

25. Petala 5 - 6 mm longa; filamenta longiora appendice membranaceo praedita: *Dörfleri Wettst.*
- Filamenta sind appendice membranaceo 26
26. Petala 2 - 2,5 mm longa; silicula ovata vel ovato-lanceolata, nunquam contorta; stigma bilobum: *Simonkaiana Jav.*
- Petala 3 - 4 mm longa; silicula oblonga vel oblongo-lanceolata, saepe contorta; stigma simplex, capitatum: *tibetica Hook. et Th.*

ZUR STAMMESGESCHICHTE DER GATTUNG *DRABA* IM ALLGEMEINEN UND DER SECT. *LEUCODRABA* IM BESONDEREN.

Weit entfernt davon, in dieser Beziehung sichere Ergebnisse bieten zu können, möchte ich hier doch einigen Vermutungen Raum geben, die sich mir im Verlauf meiner vergleichend-morphologischen Untersuchungen sowie bei der Feststellung der Verbreitungsverhältnisse aufgedrängt haben und denen meiner Meinung nach einige Wahrscheinlichkeit zukommt.

Zuvor einiges über den Ursprung der Gattung *Draba* überhaupt. GILG [1] hat die Behauptung aufgestellt, dass Amerika die Heimat der Gattung *Draba* sei. Als Gründe hierfür gibt er folgende an:

1. Alle altweltlichen Sektionen haben auch in Amerika Vertreter. Hingegen sind eine Anzahl scharf gekennzeichneter Sektionen ohne Anschluss in der alten Welt.

2. Die Sektionen sind in der alten Welt scharf voneinander getrennt, in der neuen Welt gehen sie vielfach ineinander über.

3. Die Gattung *Draba* ist in der alten Welt gegen alle übrigen Cruciferen-Gattungen scharf abgegrenzt, in Amerika ist ihre Abgliederung von den anderen Gattungen sehr verwischt. -

Wenn sich auch gegen das 2. und 3. Argument mancherlei einwenden liesse, so hat doch das erste allein noch Beweiskraft genug, um die Annahme eines amerikanischen Ursprungs für die Gattung *Draba* recht begründet erscheinen zu lassen.

Die Auswanderung der Gattung in die alte Welt erfolgte nach GILG über die Polarregion, von wo sie zur Eiszeit auch auf die europäischen und asiatischen Hochgebirge gelangte. Nur bezüglich der Sektion *Aizopsis* ist GILG im Zweifel, wie sie nach Europa gelangt sein könnte, weil sie keinen einzigen circumpolaren Vertreter hat. Er neigt schliesslich der Ansicht zu, dass die circumpolaren Verbindungsglieder der amerikanischen und europäischen *Aizopsis*-Arten ausgestorben seien. Abgesehen von dieser Tatsache, die meiner Meinung nach auch durch eine in beiden Welten parallele Entwickelung der vom Norden in wärmere Breiten vordringenden Sect. *Chrasodraba* erklärt werden könnte, steht diese Hypothese der Einwanderung vom Pol her im besten Einklang mit der Erkenntnis, dass sich die sämtlichen Leucodraben Europas und Asiens von arktischen Formen ableiten lassen.

Die Verwandtschaft der Sect. *Leucodraba* mit der Sect. *Chrysodraba* ist trotz den gelegentlich auftretenden gelblichen Blüten keineswegs so eng, als sie LINDBLOM [2] annimmt. Vielmehr scheinen beide Sektionen, die gewiss einen gemeinschaftlichen Ursprung haben, bald nach der Fixierung ihrer Blütenfarben ziemlich getrennte Wege durchlaufen zu haben. Wenigstens stellen die Leucodraben ohne irgendwelche Vermittelung von Chrysodraben zwei geschlossene Entwickelungsreihen dar, mit Ausnahme der *D. nivalis Liljebl.*, die unter den Leucodraben ganz isoliert dasteht und keine direkten Beziehungen an eine unter ihnen aufweist. Vielmehr scheint *D. nivalis Liljebl.* die einzige *Leucodraba* zu sein, die sich an gewisse Arten der Sect. *Chrysodraba* näher anschliesst. Damit wäre die Tatsache im Einklang, dass von ihr in Asien eine schwefelgelb blühende Varietät (var. *caesia*) lebt.

Hingegen sind die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Sektionen *Leucodraba* und *Holarges* so eng, dass letztere bei der Darstellung des vermutlichen Entwickelungsganges der Leucodraben unbedingt einbezogen werden muss. Alle Leucodraben-Reihen mit Ausnahme der *Stellulatae (D. nivalis)* haben Anschluss an die

---

1) Englers Jahrb. XL (1907) Beibl. nr. 90. p. 43. - 2) Linnaea XIII (1839) p. 316 ff.

Sektion *Holarges*, und zwar die *rupestris*- und *tomentosa*-Reihe direkt, die *fladnizensis*-Reihe indirekt durch ihre Abstammung von *rupestris*-Formen.

Von allen vier Reihen ist die der *Hirsutae* (*rupestris*-Reihe) ohne Zweifel die ursprünglichste, der Urform am nächsten stehende, denn es muss zugegeben werden, dass einfache Haare etwas primitiveres, unvollkommeres sind als Sternhaare. Manche Arten unter den *Hirsutae* tragen auch schon reichlich Sternhaare, doch treten diese gegenüber den einfachen Haaren noch sehr zurück und haben noch gänzlich unverzweigte Strahlen; auch die auftretenden Gabelhaare sind ein Beweis dafür, dass die einfachen Haare erst am Beginn ihrer Differenzierung in Sternhaare stehen. Da ich mir die Bearbeitung dieser interessanten Gruppe wegen Materialmangels versagen musste, kann ich auch hier nicht näher auf ihre innere verwandtschaftliche Gliederung eingehen. Ich möchte nur bemerken, dass die heutige Verbreitung dieser Artenreihe fast ausschliesslich circumpolar-boreal ist, dass sie aber zur Eiszeit weit südlich gegriffen hat und bei ihrem postglacialen Rückzug nach Norden mancherlei Relikte zurückgelassen hat, so *D. rupestris R. Br.* in Schottland, *D. Kotschyi Stur* in den Ostalpen und siebenbürgischen Karpathen, *D. altaica Bge.* in den südsibirischen Hochgebirgen, *D. gelida Turcz.* im Baikalgebirge.

Von der circumpolar weit verbreiteten *D. altaica*, oder richtiger gesagt, von deren Vorfahren, ist *D. fladnizensis* wahrscheinlich abzuleiten, und zwar zunächst die homotriche und genuine Form, aus denen sich nachträglich durch Erwerbung der charakteristischen unverzweigten Sternhaare die heterotriche Form entwickelt haben mag. Alle drei im Norden weit verbreitet, sind sie vermutlich im Diluvium südwärts in die Pyrenäen, Alpen und Karpathen gelangt. Sehr nahe verwandt mit *D. fladnizensis* und höchst wahrscheinlich direkt aus ihr hervorgegangen ist *D. siliquosa*, deren Verbreitungsareal in Europa sich aber vollständig mit dem von *D. fladnizensis* deckt. Es ist aber *D. siliquosa* wohl nicht hier aus *D. fladnizensis* entstanden, wo sie mit ihr zusammen vorkommt, sondern ihr Auftreten in Europa dürfte auf Einwanderung zurückzuführen sein. Ein Blick auf die Verbreitungskarte (nr. 3) lehrt, dass ihr Haupt-Verbreitungsgebiet im Kaukasus und in Vorderasien liegt, wo *D. fladnizensis* vollständig fehlt. Man kann also vermuten, dass *D. fladnizensis*, als sie auf ihrer Wanderung aus dem Norden in diese vorderasiatischen Gebirge kam, sich vielleicht hier zur *D. siliquosa* weiterentwickelt, vermöge ihrer ausserordentlichen Anpassungsfähigkeit (sie kommt auf Kalk und Urgestein gleich gut fort und ist auch in der Höhenlage nicht wählerisch) sehr schnell ausgebreitet hat und bald westwärts in die europäischen Hochgebirge eingewandert ist. - Eine ganz junge Art ist endlich die dritte Vertreterin der *fladnizensis*-Reihe, *D. Dorneri* , eine in Siebenbürgen endemische, eng begrenzte Lokalspezies, die aus der in Siebenbürgen seltenen *D. fladnizensis* direkt abzuleiten ist.

Der Ursprung der *tomentosa*-Reihe ist nicht unmittelbar in der *rupestris*-Reihe oder deren Vorfahren zu suchen, sondern an einer sehr frühen Abzweigung derselben, die über bereits Sternhaare in der Überzahl tragende Formen zur Sektion *Holarges* hinüberführt. Als solche Zwischenform stellt sich uns noch heute *D. laxa Lindbl.* dar, die ausgezeichnet ist durch eine grössere Anzahl von stark gezähnten, ansehnlichen Stengelblättern (wodurch sie an die grössere *D. incana L.* herankommt) sowie durch das Überwiegen der Sternhaare, deren Strahlen aber unverzweigt sind. Sie gehört meiner Meinung nach schon in die Sektion *Holarges* und steht daher der *D. rupestris* nicht so nahe, als dies Frau EKMAN annimmt. Die Vorfahren dieser heutigen Übergangsform von *D. rupestris* zu *D. incana* sind wahrscheinlich ebenfalls im Diluvium vor dem Polargletscher her auf die europäischen und asiatischen Hochgebirge gekommen, haben sich dort nach dem Rückzug des Eises unabhängig von ihren nordischen Stammverwandten weiterentwickelt und sich schliesslich in jene Reihe pflanzengeographischer Spezies gegliedert, von denen diese Gruppe heute gebildet wird. Im Verlaufe dieser Entwickelung mögen dann auch die bei der Urform der Gruppe noch unverzweigtstrahligen Sternhaare allmählich ihre charakteristischen Verästelungen erhalten haben.

Die ursprünglichsten unter den Arten der *tomentosa*-Reihe, *D. dubia* in Europa und *D. lasiophylla* in Asien, stehen der *D. laxa* und *D. incana* habituell noch recht nahe. Sie bilden 3 - 4 Stengelblätter aus, haben lockere Rosetten, kleine Blüten

oblonge oder lanzettliche Schötchen, ganz ähnlich wie jene. Beide haben unter allen Arten dieser Reihe die relativ grössten Areale. Die übrigen Arten (*D. tomentosa, Huteri, Pacheri, stellata, Simonkaiana, Dörfleri, supranivalis, armena, uczkolensis* und *tibetica*) haben kleinere Areale und gewisse morphologische Eigentümlichkeiten, durch die sie sich von den beiden älteren Arten unterscheiden, wie: armblättrige oder blattlose Stengel, grössere Blüten und Griffel etc. Ferner sind sie meist streng an ein gewisses Substrat gebunden, was eine Eigenschaft der pflanzengeographischen Arten zu sein pflegt. Alle Arten der *tomentosa*-Reihe schliessen einander normalerweise in ihrer Verbreitung gegenseitig aus. Überschiebungen der aneinander grenzenden Areale kommen vor, sind aber immer als sekundäre Erscheinungen zu erkennen. Der gegenseitige Anschluss der Areale zweier oder mehrerer Arten bei unmittelbarem Aneinandergrenzen ist aber nach WETTSTEIN ein untrügliches Zeichen sehr naher Verwandtschaft. Der genetische Zusammenhang aller Arten dieser Gruppe wird daher auch durch die Anordnung ihrer Areale erwiesen, die sich in lang aneinandergereihter Kette von der Sierra Nevada [1] bis zum Himalaya hinziehen.

In der Sierra Nevada, den Pyrenäen und Alpen bis ostwärts zu den Niederen Tauern herrscht *D. dubia* auf Urgebirge, in den Pyrenäen und Alpen bis ostwärts an die steirische Grenze *D. tomentosa* auf Kalk, östlich schliesst sich in den nördlichen und südlichen Kalkalpen *D. stellata* an. In der Tatra taucht nochmals *D. tomentosa* auf, in Siebenbürgen lebt *D. Simonkaiana*, auf der Balkanhalbinsel *D. Dörfleri*, im Kaukasus *D. supranivalis*, in Armenien *D. armena*, im Pamirgebiet *D. uczkolensis*, im Himalaya und in den tibetanischen Hochgebirgen *D. lasiophylla* und *D. tibetica*.

Dass die Areale nicht sämtlich lückenlos aneinanderschliessen, hat seinen Grund vor allem darin, dass es sich um ausgesprochene Hochgebirgspflanzen handelt, deren Wohngebiete oft durch weite, von ihnen nicht besiedelte Ebenen getrennt sind. Auch sind für einige Arten (*D. Simonkaiana, D. Dörfleri, D. armena, D. uczkolensis, D. lasiophylla* und *D. tibetica*) die Verbreitungsgebiete noch nicht genau erforscht.

Innerhalb der *tomentosa*-Reihe lassen sich mehrere Formenkreise unterscheiden. Morphologisch und geographisch schliessen sich *D. dubia* und *D. tomentosa* eng aneinander, indem sie sich ihr gemeinsames Verbreitungsgebiet derart teilen, dass D. *dubia* das Urgebirge, *D. tomentosa* Kalk-Unterlage bewohnt. Vielleicht ist *D. tomentosa* aus einer kalkbewohndnen Varietät hervorgegangen. Es erscheint als kein Zufall, dass *D. tomentosa* stärker behaart ist als *D. dubia*, wenn man bedenkt, dass das Kalkgebirge wasserärmer ist als das Urgestein. - Ganz jung sind die beiden Lokalspezies *D. Huteri* und *D. Pacheri*, jene aus *D. dubia* hervorgegangen und sie auf gewissen judikarischen Gipfeln vertretend, diese von *D. tomentosa* abstammend und eine Kalkinsel in den Hohen Tauern bewohnend.

Eine Kalkpflanze ist auch *D. stellata*, deren Areal auf eine ganz eigentümliche Weise zwischen einem westlichen (Alpen) und einem östlichen (Tatra) Vorkommen der *D. tomentosa* eingeschoben zu sein scheint. Sie ist ganz nahe verwandt mit dieser hat aber auch enge Beziehungen zu der im fernen Kaukasus lebenden *D. supranivalis*, die ihr an Blütengrösse und Griffellänge gleichkommt, aber ihre Sternhaare sekundär gänzlich verloren hat, nachdem schon *D. stellata* gegenüber *D. tomentosa* eine Neigung zur Glabrszenz gezeigt hatte. Eng verwandt mit *D. stellata* sind auch *D. Simonkaiana* und *D. Dörfleri*. - *D. stellata, D. Simonkaiana, D. Dörfleri* und *D. supranivalis* bilden einen engeren Formenkreis für sich, ausgezeichnet durch die Länge des Griffels und die Verbreiterung der Filament-Basen, welch' letzteres Merkmal bei *D. Dörfleri* zu einem häutigen Anhängsel ausgestaltet ist, sodass an dieser Stelle der Anschluss der Gattung *Schivereckia* bewerkstelligt wird.

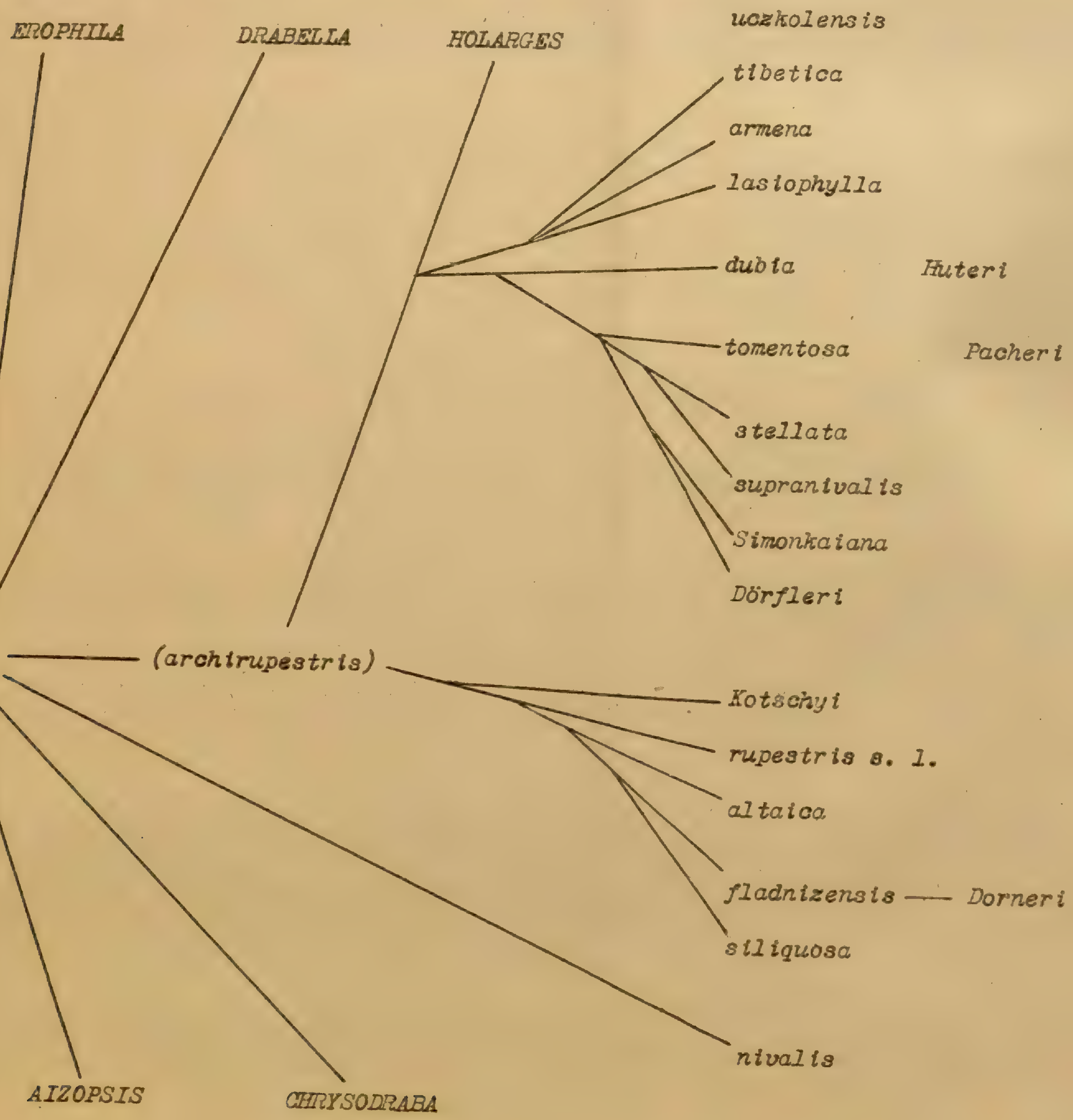
D. armena und *D. uczkolensis*, zwei wenig bekannte Arten, scheinen ihren Ursprung nicht von der westlichen *D. dubia*, sondern von der östlichen *D. lasiophylla* genommen zu haben, ebenso *D. tibetica*. Diese vier Arten stehen der *D. supranivalis*, der sie geographisch am nächsten lägen, etwas ferner, zeigen aber merkwürdigerweise Anklänge an *D. dubia*, weil eben *D. lasiophylla* gleich dieser eine sehr ursprüngliche Form ist, wie schon oben erwähnt wurde.

---

1) Die pflanzengeographische Reihe beginnt eigentlich schon am Atlas in Nordafrika mit COSSON's *D. hederaefolia*, von der ich kein Exemplar gesehen habe und die nicht zum Gegenstand dieser Arbeit gehört.

Wir können also vermuten, dass von einer hypothetischen Urform mit einfacher Behaarung, die ich, um einen Namen für sie zu haben, als *D. archirupestris* bezeichne, zwei Entwickelungsreihen der Leucodraben ausgehen. Die eine verläuft in der Richtung zur heutigen *D. rupestris* und ihren Verwandten. Von dieser Linie zweigt auch die *fladnizensis*-Gruppe ab. Die zweite Entwickelungsreihe führt zur Sektion *Holarges* und gibt einen Ast ab, der den Ursprung sämtlicher Arten der *tomentosa*-Gruppe darstellt. Die vierte Gruppe der Leucodraben, die *Stellulatae*, nimmt ihren Ausgang nicht von *D. archirupestris*, sondern wahrscheinlich von irgendwelchen Vorfahren der Chrysodraben, die ihrerseits freilich wieder mit *D. archirupestris* irgendwo einen gemeinsamen Ursprung haben müssen.

Eine Übersicht über die vermutlichen Verwandtschaftsverhältnisse der Draben im Allgemeinen und der Leucodraben im Besonderen bietet der folgende Stammbaum.



DRABA L. SECT. LEUCODRABA DC.

Plantae perennes, caesitosae. Radix fusca, subelongata. Rhizoma multiceps, caudiculi subdensas rosulas gerentes. Rosularum folia linearia vel oblongo-lanceolata vel lingulata, obtusa vel acutiuscula, petiolata vel subsessilia. Scapus aphyllus vel caulis 1 - 4-foliatus, simplex vel furcatus, humilis vel ad 30 cm altus, rarissime omnino deficiens. Folia caulina sessilia, lanceolata vel late ovata, obtusa vel acutiuscula, integerrima vel denticulata. Racemus florifer semper dense corymbosus, fructifer corymbosus vel elongatus. Pedicelli erecti vel patentes, siliculis longiores vel breviores vel eas longitudine subaequantes. Sepala semper petalis breviora. Petala alba, rarius sublutescentia vel pallide sulfurea, apice rotundata vel subemarginata. Filamenta longiora aut aequaliter angusta aut inferne dilatata vel alata vel super medium appendice membranaceo praedita. Siliculae ovatae vel oblongae vel late lanceolatae vel lineari-lanceolatae. Stylus nullus vel brevis vel diametrum siliculae transversalem subaequans - Plantae aliquo modo pilosae, rarissime glaberrimae. Pili aut omnes simplices aut simul simplices et furcati et stellati aut omnes stellati.

Synonyma: Sect. *Leucodraba* De CANDOLLE, Syst. nat. II (1821) p. 342 et Prodr. I (1824) p. 168; LEDEBOUR, Fl. altaic. III (1831) p. 71, pro parte et Flora rossica I (1842) p. 149; KOCH ap. RÖHLING et KOCH, Deutschl. Flora IV (1833) p. 548 et Synops. (1837) p. 62; TURCZANINOW in Bull. Soc. imp. nat. Mosc. XV (1842) p. 249 pro parte; KITTEL, Taschenb. II (1844) p. 989; HAUSMANN, Fl. v. Tirol I (1851) p. 74; NEILREICH, Ö. b. Z. IX (1859) p. 91; BALL in Bull. Soc. bot. Fr. VII (1860) p. 227; REGEL in Bull. Soc. nat. Mosc. XXI (1861) p. 188; STUR in Ö. b. Z. XI (1861) p. 187; HOOKER et THOMSON in Journ. Linn. Soc. V (1861) p. 151, SCHUR, En. pl. Transs. (1866) p. 64; WILLKOMM et LANGE, Prodr. fl. hisp. III (1880) p. 839; BOISSIER, Fl. orient. I (1888) p. 301; GREMLI, Neue Beitr. z. Fl. d. Schweiz V (1890) p. 1; HAYEK, Fl. v. Steierm. I (1909) p. 514; EKMAN, Zur Kenntnis d. nord. Hochgeb.-Drabae (1917) p. 12.
Sect. *Drabaea* LINDBLOM in Linnaea XIII (1839) p. 319, pro parte.
Sect. *Drabaea*, subsect. *Leucodraba* PRANTL in Engl.-Prantl, Nat. Pflanzenf. III.2. (1891) p. 190; BUSCH, Fl. cauc. crit. 4.III. Crucif. (1909) p. 412.
Annosae FRIES, Summa veget. Scand. I (1846) p. 32, pro parte; NYMAN, Sylloge (1855) p. 199, pro parte.
Redivivae FRIES, l.c. pro parte; NYMAN, l.c. p. 200, pro parte.
Sect. *Eudraba* GRENIER et GODRON, Fl. d. Fr. I (1848) p. 121, pro parte; NEILREICH, Fl. v. Niederösterr. (1859) p. 741, pro parte.
Subgen. *Eudraba* Sect. *Leucodraba* ROUY et FOUCAUD, Fl. d. Fr. II (1895) p. 212, pro parte.
Nivales GILG in Engl. Bot. Jahrb. XL (1907) Beibl. nr. 90, p. 40.

SERIES 1: HIRSUTAE.

DRABA KOTSCHYI Stur. - Radix lignescens, pallide fusca, subelongata, parce ramosa. Rhizoma multiceps, 2 - 10 caudiculos singulis foliorum rosulis subdensis terminatos gerens. Rosularum folia ad 10 mm longa, 3 - 4 mm in maximo lata, obtuso-lanceolata vel lingulata, ad basin angustata, margine dentata, rarius integra, undique large pilis simplicibus, sparsius furcatis vel radiato-stellatis obsita. Scapus ad 12 cm altus, in toto pilosus, pilis praecipue simplicibus, scapi diametro longioribus, furcatis vel stellatis permixtis. Folia caulina ad 10 mm longa, 3 mm lata, ovato-lanceolata, acutiuscula, sessilia, dentata vel subincisa, raro integra, foliis basalibus aequaliter pilosa. Racemus florifer dense corymbosus, fructifer corymbosus vel paullo elongatus. Pedicelli ad 8 mm longi, siliculas longitudine subaequantes, suberecti, pilis simplicibus divaricatis nec non paucis furcatis ac stellatis hirsuti. Flores albi, parvi. Sepala 1 mm longa, ovata, glabra vel sparse pilis simplicibus obsita. Petala 2,5 mm longa, ovata, apice subemarginata. Siliculae ad 6 mm longae, 2 - 2,5 mm in maximo latae, ovatae vel late lanceolatae, hispidulae vel glabrae. Stylus nullus vel manifestus, ad 0,5 mm

longus. Semina numerosa (plus quam 10) in utroque loculo.

Var. flexuosa Stur. - Habitu laxiore, interdum subramoso, scapo ad 12 cm alto, dense piloso, foliis caulinis grosse inciso-dentatis, racemo in statu fructifero paullo elongato, pedicellis inferioribus siliculis longioribus, siliculis hispidulis vel glabris.

Synonyma: *D. androsacea Baumg.* (non auct.) Enum. stirp. Transs. II, p. 234 pro parte, excl. syn. *D. fladnizensis Jacq.* - *D. hirta Baumg.* (non L.) l.c. p. 234 excl. syn. omn., pro parte; MALY, Enum. pl. Austr. (1848) p. 277, excl. DC., Rchb.; SCHUR, Sertum (1853) nr. 288. - *D. Wahlenbergii Schur* (non Htm., nec Lindbl.) Sertum (1853) p. 286. - *D. lapponica Schur* (non DC.) Sertum (1853) nr. 287. - *D. carinthiaca Nym.* Syll. (1855) p. 199, pro parte; SCHUR, Reiseber. (1859) p. 120. - *D. Kotschyi Nym.* Suppl. Syll. (1865) p. 35 et Consp. (1878) p. 53, pro parte; NEILREICH, Diagn. Ung. Slaw. Gefässpfl. (1867) p. 15, pro parte. - *D. Kotschyi var. flexuosa Stur*, Ö. b. Z. IX (1859) p. 33 et Monogr. Drab. Karp. in Ö. b. Z. XI (1861) p. 189; SCHUR, Enum. pl. Transs. (1866) p. 64. - *D. lactea var. pubescens Neilr.* in Ö. b. Z. IX (1859) p. 92, pro parte.

Icon.: STUR in Ö. b. Z. IX (1859), tab.

Var. robusta Stur. - Habitu confertiore, scapo irramoso, vix 5 cm alto, laxe piloso, foliis denticulatis, rosularum saepe integris, racemo in statu fructifero corymboso, pedicellis inferioribus siliculis semper brevioribus, siliculis saepe glabris.

Synonyma: *D. hirta Baumg.* (non L.) Enum. stirp. Transs. II (1816) p. 234; MALY, Enum. pl. Austr. (1848) p. 277, pro parte, excl. homon. DC., Rchb. - *D. androsacea Baumg.* (non auct.) l.c. p. 234 (1816) pro parte, excl. syn. *fladnizensis Jacq.* - *D. stellata Baumg.* (non Jacq.) l.c. p. 231, pro parte quidem, excl. syn. *D. austriaca Cr., D. hirta Jacq.* - *D. stellata var. hirtella Schur*, Enum. pl. Transs. (1866) p. 65, excl. syn. *D. hirta Jacq.* - *D. transsilvanica Schur*, Exsicc. (1847). - *D. tomentosa Schur* (non Whlbg.) Sertum (1853) nr. 282. - *D. Kotschyi Nym.* Suppl. Syll. (1835) p. 35 et Consp. (1878) p. 53 pro parte; NEILREICH, Diagn. Ung. Slaw. Gefässpfl. (1867) p. 15, pro parte; JANKA, Crucif. silicul. fl. europ. (1883) p. 108, pro parte; THELLUNG in HEGI, Ill. Fl. v. Mitteleur. IV (1919) p. 39, pro parte, excl. locis. - *D. Kotschyi var. robusta Stur* in Ö. b. Z. IX (1859) p. 35 et Monogr. Drab. Karpath. in Ö. b. Z. XI (1861) p. 189; SCHUR, Enum. pl. Transs. (1866) p. 65. - *D. lactea var. pubescens* NEILREICH in Ö. b. Z. IX (1859) p. 92 pro parte.

Icon: STUR in Ö. b. Z. IX (1859) tab.

Var. deminuta (Schur) Vierhapper. Foliis integerrimis, siliculis pilis simplicibus hirsutis.

Synonyma: *D. transsilvanica var. deminuta Schur*, exsicc. (1847). - *D. Kotschyi var. integrifolia Kotschy* exsicc. - *D. Kotschyi var. deminuta Schur*, Enum. pl. Transs. (1866) p. 65; VIERHAPPER in Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien LXIV (1914) p. (73); THELLUNG in HEGI, Ill. Fl. v. Mitteleur. IV (1919) p. 383.

Area geographica: In alpibus Carinthiae (?), Styriae, Austriae inferioris, Transsilvaniae.

Specimina visa:

Var. flexuosa Stur: "Peatra mare" seu "Nagy Köhavas" 1840 m (RÖMER Bhu). - Transsilvania, Obersi (WINKLER 1868 Ko). - In australi alpium tractu (Kotschy pro *D. transsilvanica* in: Pl. Transsilv. herb. SCHOTT WH). - In alpibus Barcensibus sub Butschetsch (BAUMGARTEN 1814 pro *D. androsacea* WH). - In alpibus Bucsecs (BARTH 1888 Kl).

Var. robusta Stur. - In alpibus rupestribus ad pagum Utsa in monte Utsa majore (BAUMGARTEN 1822 pro *D. androsacea var. siliculis pilosis* WH). - In summa alpe Transsilvanica BUCZECZ (FUSS WV hb. Kern.).

Var. deminuta (Schur) Vierh. Schneeberg in Unterrösterreich (pro *D. stellata* WH). - Steirische Alpen (GEBHARD pro *D. nivalis* WH). - Hochschwab (hb. Felicetti LIEBENFELSS pro *D. Johannis*, det. STROBL pro *D. tomentosa* A). - Alpe Eisenhut in Steiermark (LANG pro *D. fladnizensis* GV). - Pasterze (STORCH pro *D. carinthiaca* S).

Draba Kotschyi ist gekennzeichnet durch das Überwiegen der einfachen über die Sternhaare, welch' letztere an den Rosettenblättern mitunter ganz fehlen. Der stets

behaarte Stengel samt den Blütenstielen trägt neben Sternhaaren immer auch doppelt so lange einfache und Gabelhaare, wodurch sich *D. Kotschyi* sofort von *D. tomentosa* und *D. dubia* unterscheidet, während sie von *D. fladnizensis* und *D. Dorneri* durch die Stengelbehaarung überhaupt, von *D. siliquosa* durch die breiteren Schötchen, ferner ebenfalls durch die borstige Stengelbehaarung getrennt wird. Im übrigen ist *D. Kotschyi* so polymorph, dass schon STUR bei der Aufstellung der Spezies sich genötigt gesehen hat, die beiden von ihm unterschiedenen Varietäten *flexuosa* und *robusta* getrennt zu besprechen. Das Hauptgewicht legt STUR ersichtlich auf die auffallende Zahnung der Stengelblätter, die bei *flexuosa* grob eingeschnitten und spitz vorgezogen ist, bei *robusta* etwas feiner, aber immerhin gegenüber den übrigen Leucodraben noch charakteristisch genug ist. Als spezifischer Charakter kann hingegen die Stengelblatt-Zahnung nicht aufgefasst werden, weil es ausser den beiden genannten noch die dritte Varietät *deminuta* gibt, die STUR allerdings unbekannt war und die ganzrandige Stengelblätter besitzt. Es sei denn, dass man letztere Form zu einer selbständigen Spezies macht oder zu einer anderen hinsieht, was mir in Anbetracht der fast vollkommenen Übereinstimmung mit Exemplaren der schottischen *D. rupestris R. Br.* nicht ganz ungerechtfertigt zu sein scheint. Nach Angabe *VIERHAPPER's* jedoch, der aufgrund des reichlichen Materials der zoolog.-bot. Gesellschaft in Wien urteilt, liegen ganzrandige Blätter keineswegs ausser der Variationsweite der echten *D. Kotschyi*. Auch sollen im besagten Herbar Exemplare, von KOTSCHY am Königstein in Siebenbürgen gesammelt, vorhanden sein, die ebenfalls ganzrandige Blätter haben, wodurch erwiesen wäre, dass diese Form auch im Gebiet der anderen Varietäten vorkommt.

Ein anderes, allen drei Varietäten gemeinsames Merkmal wäre die ziemlich häufig auftretende mehr oder weniger dichte einfache Behaarung der Schötchen. Sie kann jedoch auch fehlen.

Ein drittes, ebenfalls nur gelegentlich auftretendes gemeinsames Merkmal ist das Verhalten des untersten Blütensprosses, der, von der übrigen Fruchttraube beträchtlich entfernt, aus der Achsel des obersten Stengelblattes entspringt, eine Erscheinung, die sich am zunächst unterhalb stehenden Stengelblatt wiederholen kann.

Es bleibt also als einziger, alle drei Varietäten umfassender, wirklich konstanter Artcharakter nur die schon eingangs erwähnten Eigentümlichkeiten in der Behaarung übrig.

Draba Kotschyi var. flexuosa zeichnet sich aus durch den lockeren, hohen Wuchs, durch dichte Behaarung und durch die tief eingeschnittenen gezähnten Stengelblätter, deren Zähne vorgezogen sind.

Die Varietät *robusta* ist niedriger, gedrungener, hat dichtere Rosetten, spärlichere Behaarung und kleinere, feinere, kürzere Zähne an den Stengelblättern.

Beide sind bis jetzt nur in Siebenbürgen beobachtet worden.

Hingegen ist die dritte Varietät *deminuta* auch im Gebiete der Ostalpen zu finden. Sie steht im Habitus in der Mitte zwischen den beiden andern (insofern ist der Name unglücklich gewählt) und hat, wie schon gesagt, ganzrandige Blätter. Die Schötchen der wenigen Exemplare, die ich gesehen habe, waren sämtlich einfach behaart.

Was nun die Geschichte und Identifizierung der *Draba Kotschyi* anbelangt, so haben zwei ältere siebenbürgische Botaniker, BAUMGARTEN und SCHUR, durch ihr Bestreben, die Pflanze mit Gewalt in eine schon bestehende Spezies hineinzuzwängen, viel Unheil angerichtet. Während bei BAUMGARTEN *Draba androsacea* ganz, *D. hirta* und *D. stellata* wenigstens teilweise zu *D. Kotschyi* gehören, hat SCHUR nicht weniger als 8 Namen für diese eine Pflanze, ein Record in der Geschichte der Leucodraben, der umso erstaunlicher ist, wenn man die Beschränkung auf ein verhältnismässig so kleines Gebiet wie Siebenbürgen bedenkt. Es sind nämlich von den in "Sertum" [1] angeführten Arten nach seinem eigenen späteren Eingeständnisse [2] *D. lapponica* und *D. hirta*, nach STUR's aufgrund von SCHUR's Herbarium vorgenommenen Berichtigungen auch *D. tomentosa* und *D. Wahlenbergii* mit *D. Kotschyi* identisch [3].

---

1) SCHUR, Sertum fl. Transs. (1853) p. 8. - 2) SCHUR, Enum. pl. Transs. (1866) p. 64. - 3) STUR in Ö. b. Z. XI (1861) p. 152.

im "Reisebericht" 1) ist nach SCHUR's eigenem Geständnis 2) die sub nr. 142 angeführte *D. carinthiaca* in Wirklichkeit *D. Kotschyi*. Dazu kommt (als einziger neuer) der Name *D. transsilvanica*, allerdings nur im Herbar. Doch betont SCHUR 3) ausdrücklich, dass die Pflanze von ihm unter diesem Namen ausgegeben und dieser daher STUR bekannt sein musste, also STUR's "vermeintlich neue Art" (so seine Worte!) eigentlich den von ihm gegebenen Namen zu führen hätte 4). Das beweist, dass der Name *D. transsilvanica* von SCHUR für rechtsgiltig publiziert angesehen wurde. Auch SCHUR's *D. stellata var. hirtella* in der "Enumeratio" 5) ist wahrscheinlich *D. Kotschyi*. Endlich gebraucht er in der Enumeratio auch den wahren Namen der Pflanze. STUR, der 1859 die Spezies als neu beschrieb 6) und bereits die beiden Varietäten aufstellte, bemühte sich auch, unter BAUMGARTEN's und SCHURs Synonymen Klarheit zu schaffen, allein erst nachdem SCHUR selbst seine Irrtümer einbekannt hatte, kam die Sache halbwegs in Ordnung.

STUR 7) war überzeugt davon, dass seine *D. Kotschyi* nur in Siebenbürgen vorkommen und ebenso alle siebenbürgischen Botaniker nach ihm. Noch SIMONKAI 8) zählt sie unter den ausschliesslich in Siebenbürgen endemischen Pflanzen auf. 1902 fand VIERHAPPER auf dem Plateau der Raxalpe eine *Draba*, die er als *D. Kotschyi* erkannte und zwar als *var. deminuta*. Er veröffentlichte diesen auf den ersten Blick überraschenden Fund 1914 9). Durch diese Publikation aufmerksam gemacht, sah ich das in meiner Hand befindliche entlehnte *Draba*-Material daraufhin durch und fand die Exemplare, die ich als Spezimina der *var. deminuta* angeführt habe. Ich muss allerdings bemerken, dass bezüglich der Exemplare vom Eisenhut und von der Pasterze der Verdacht einer nachträglichen Etikettenverwechselung oder irgend einer anderen unkontrollierbaren Manipulation nicht von der Hand zu weisen ist, zumal bei letzterem Exemplar zwei Stücke der echten *D. siliquosa* beiliegen. Würde sich ein ausgebreiteteres Vorkommen in den Alpen auch nicht durch neue Fundorte bestätigen und das wirklich nachweisbare Verbreitungsgebiet in Österreich sich auf den Ostrand der nördlichen Kalkalpen, also auf das Areal der *D. stellata Jacq.*, beschränken, so wäre diese Entdeckung VIERHAPPERs dennoch sehr interessant, weil es nur wenige Pflanzen gibt, die den Ostalpen und Südkarpathen gemeinsam sind. Wie VIERHAPPER bemerkt, wäre dann *D. Kotschyi* als Reliktpflanze "einer Hochgebirgsflora aufzufassen, welche einst die gesamten das ungarische Tiefland umsäumenden Gebirge mit geschlossenen Arealen der einzelnen Sippen bewohnte". Das Bedenken VIERHAPPERs gegen die Annahme eines natürlichen Vorkommens der *D. Kotschyi* in den Ostalpen, dass sie nämlich "an einer so häufig besuchten Lokalität weder vorher noch nachher irgendeinmal gefunden" worden sei, ist meiner Meinung nach durch das unzweifelhafte Auftreten der Pflanze am Schneeberg und am Hochschwab zum mindesten sehr geschwächt und damit auch die Möglichkeit einer Einschleppung sehr unwahrscheinlich gemacht worden.

Draba Kotschyi ist die einzige mitteleuropäische Vertreterin einer formenreichen, ausserordentlich variablen Gruppe von Leucodraben, die sich eng an die schottische *D. rupestris R. Br.* schliessen und deren gemeinsames sie von den übrigen Leucodraben scheidendes Merkmal das Überwiegen der einfachen Haare gegenüber den Sternhaaren ist. Namentlich bekommt bei den Formen der *rupestris*-Reihe der behaarte Stengel ein charakteristisches, rauhes Aussehen, das sehr von dem durch die mehr anliegenden Sternhaare flaumigen oder filzigen Aussehen des Stengel bei der *tomentosa*-und *nivalis*-Reihe absticht. Die Rosettenblätter sind entweder vorwiegend oder durchwegs einfach behaart und erinnern im letzteren Falle an die der *D. fladnizensis var. homotricha*.

Leider war es mir infolge der Kriegsverhältnisse trotz meinen Bemühungen nicht möglich, die zu einer regelrechten Bearbeitung dieser Artengruppe nötigen Herbar- und Literaturbehelfe, namentlich aus dem Norden und aus Russland zu bekommen, und

---

1) SCUR in Verh. u. Mitt. siebenb. Ver. f. Naturw. X (1859) p. 120. - 2) SCUR in Ö. b. Z. XI (1861) p. 291. - 3) SCHUR, l.c. p. 291/292. - 4) Er führt auch in der Enumeratio das Synonym *D. transsilvanica Schur* im gleichen Fettdruck an als den giltigen Namen. - 5) Enumeratio p. 65. - 6) Ö. b. Z. IX, p. 33. - 7) l. c. p. 37. 8) Enum. fl. transs. vasc. critic. (1886) p. 4. - 9) Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien LXIV, p. (73).

da ich den Vorwurf der Oberflächlichkeit mehr scheue als den der Unvollstdändigkeit, so will ich eine Bearbeitung der *rupestris*-Reihe (mit Ausnahme der vorstehend besprochenen *D. Kotschyi*) lieber unterlassen und bezüglich der skandinavischen Formen auf die eingehende Arbeit von Frau EKMAN [1]) hinweisen, wobei ich aber zu bemerken habe, dass mir der Umfang der *rupestris*-Reihe bei EKMAN doch etwas zu weit gegriffen erscheint. Es geht nicht an, z.B. *Draba siliquosa M.B.* unter die *rupestris*-Formen einzureihen, bloss weil an einzelnen Exemplaren die zur Blütezeit äussersten Rosettenblätter neben Sternhaaren auch einfache Haare tragen (was für EKMAN ausschlaggebend ist). Würde nach diesem Grundsatz folgerichtig verfahren, so müsste man neben den heterotrichen *fladnizensis*-Formen auch *D. stellata Jacq.*, die doch bei EKMAN (unter dem Namen *D. austriaca Cr.*) als Typus der nur sternhaarigen Leucodraben steht, zu den *rupestris*-Formen zählen, denn ich habe Exemplare dieser Spezies vom locus clasicus gesehen, die zweifellos echt waren u. doch an den äussersten Rosettenblättern vereinzelt einfache Haare, nicht nur am Rande, sondern auch auf der Fläche, trugen. Ja, die meisten Leucodraben-Spezies haben die Fähigkeit, ihre Blätter ausser mit Sternhaaren gelegentlich auch mit einfachen Haaren auszustatten, ohne dass sie deswegen in näherer Beziehung zu *D. rupestris* stünden. Obzwar ich nun, wie schon bemerkt, nur wenige echte Exemplare der *D. rupestris* [2]) gesehen habe, so glaube ich doch, aufgrund dieser Einsichtnahmen betonen zu müssen, dass es nicht sosehr auf die Mischhaarigkeit bestimmter Rosettenblätter an und für sich, sondern dass es bei den Arten der *rupestris*-Reihe vielmehr auf die überwiegende Vorherrschaft einfacher und unter spitzem Winkel gegabelter längerer Haare über die zahlenmässig unterliegenden, in horizontaler Ebene oder im stumpfen Winkel verzweigten Stern- und Gabelhaare ankommt, während am Stengel, sofern er überhaupt behaart ist, die einfachen Haare vorherrschen können, aber nicht müssen.

Ein zweites Merkmal, das Frau EKMAN für die Glieder der *rupestris*-Reihe angibt, die aufrechten Schötchenstiele, ist zwar bei *D. rupestris* selbst sehr auffallend, wird aber bei den Arten mit dichtem Fruchstand verwischt und fehlt bei *D. Kotschyi* fast ganz. Ausserdem gibt es Draben, die von *D. rupestris* weit abstehen und auch diesen Habitus zeigen, wie z.B. *D. Pacheri Stur*. Es ist also dieses Merkmal kein Kennzeichen der *rupestris*-Reihe.

Auf Grund dieser Erwägungen steht zu vermuten, dass EKMAN's vier Subspezies der *D. rupestris* vielleicht keine so nahen Beziehungen zu einander aufweisen, dass nicht die eine oder andere als selbständige Art bestehen könnte, zumal sie auch geographisch ziemlich gut voneinander abgegrenzt zu sein scheinen. Namentlich die beiden ersten, *D. inferalpina* und *D. Lindblomii*, weichen ziemlich beträchtlich von der dritten, *D. proxima*, ab, die mit der schottischen Originalspezies wahrscheinlich wesensgleich ist. Die vierte, *D. furcata*, ist mit ihren teils behaarten teils kahlen Schötchen wahrscheinlich ein Bastard, wie die Verfasserin selbst vermutet. Neu beschrieben wird von ihr die mit *D. rupestris* nah verwandte *D. cacuminum*.

Von den ausserhalb Skandinaviens verbreiteten Arten der *rupestris*-Reihe ist die echte *D. rupestris* in Schottland vorhanden, wo sie von DICKSON [3]) 1785 als *D. stellata Jacq.* gesammelt, von R. BROWN [4]) später als neu erkannt und 1812 unter dem Namen *D. rupestris* beschrieben wurde. Die ganze Pflanze, von der Blattrosette bis zu den Früchten, ist vorwiegend einfach behaart und ist der *D. Kotschyi var. deminuta* sehr ähnlich, nur ist sie höher und hat längere, schmälere Schötchen.

D. altaica, von BUNGE [5]) im Altai aufgefunden, hat einfach behaarte Blätter und einen dichthaarigen, auch reichlich mit Sternhaaren versehenen, borstigen, blattlosen oder einblätterigen Schaft sowei ganz kleine, wenigsaamige, unten runde, ober zugespitzte Schötchen. Sie ist vom Habitus den genuinen *D. fladnizensis*

---

1) Beitr. z. Kenntn. d. nord. Hochgeb.-Drabae in Sv. Vet. Ak. Handl. LVII (1917) nr. 3. - 2) Darunter ein Exemplar aus R. BROWN's eigener Hand aus dem Hofmuseum. - 3) Trans. Linn. Soc. II (1794) p. 286, te. EKMAN, l.c. p. 51. - 4) Ait. Hort. Kew. 2. ed. IV, p. 91, te. EKMAN l.c. - 5) BUNGE, Del. sem. Hort. Dorpat. 1841, p. 8

unterscheidet sich aber leicht von ihr durch das Vorhandensein der Stengelbehaarung und durch die Schötchenform. Sie zieht von Sibirien über Nowaja Semlja und das arktische Russland bis Spitzbergen und wurde auch in Ostgrönland [1] noch gefunden. Auf Spitzbergen begegnet sie der vom arktischen Amerika über Grönland und Spitzbergen bis zur russischen Eismeerküste vordringenden *D. corymbosa R. Br.* [2]. Diese hat den Habitus und die dichte Stengelbehaarung der *D. altaica Bge.*, ist jedoch ausgezeichnet durch viel grössere, breit lanzettliche, mit winzigen Sternhäärchen dicht besetzte Schötchen.

In die *rupestris*-Reihe scheint mir auch TURCZANINOW's [3] *D. gelida* zu gehören, die im Baikalgebirge und auf den kurilischen Inseln vorkommt und charakterisiert ist durch ihre bedeutende Grösse, durch den kahlen Stengel und durch die einfach bewimperten Blätter. Nach EKMAN [4] wäre *D. gelida* identisch mit LINNE's *D. hirta*, die dieser vielleicht aus Sibirien zugesendet bekam und fälschlich als skandinavische Pflanze beschrieb, weil er sie in seinem Herbar mit einer skandinavischen *Braya alpina* vermengt hatte.

Ob auch die auf den Kurilen einheimische *D. hirsuta Turcz.* [5] sowie die beiden japanischen Arten *D. shiroumana Makino* [6] und *D. Sakurai Makino* [7] in die *rupestris*-Reihe gehören, kann ich mit Sicherheit nicht entscheiden, da ich weder Herbarmaterial noch Abbildungen gesehen habe:

SERIES 2: RADIATO-STELLATAE.

DRABA FLADNIZENSIS Wulfen. - Radix fusca, paullo elongata, simplex vel parce ramosa. Rhizoma multiceps, 2 - 10 caudiculos caespitosos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Rosularum folia ad 15 mm longa, 1,5 - 2 mm in maximo lata, lingulata, obtuso-lanceolata, vel sublinearia, ad basin in brevem petiolum angustata, raro subcarinata, integerrima, margine pilis aut omnibus simplicibus aut simplicibus et stellatis furcatisve ciliata, superficie glaberrima. Scapus aphyllus vel 1 - 2-foliatus, ad 8 cm altus, raroomnino deficiens, glaber, rarissime in inferiore parte sparse pilis stellatis obsitus. Folia caulina 5 - 10 mm longa, angusta, obtuso-lanceolata, raro ovato-rotundata, sessilia, margine vel superficie quoque sparse simpliciter vel stellate pilosa. Racemus 3 - 10-florus, dense corymbosus et in statu fructifero, vel demum subelongatus. Pedicelli 1 - 6 mm longi, glaberrimi, siliculis breviores vel eas longitudine subaequantes. Flores albi, parvi. Sepala 1 mm longa, oblonga, glaberrima. Petala 1,5 - 2 mm longa, apice rotundata. Siliculae 4 mm longae, 1,5 - 2 mm latae, ovatae, vel oblongae vel ovato-lanceolatae, nunquam lineari-lanceolatae. Stylus nullus vel perbrevis. Semina pauca (ad 8) utroque in loculo.

Var. genuina. - Foliis rosularum dense caespitosarum glaberrimis, margine pilis rigidis simplicibus ciliatis; scapo humili, 2 - 6 cm longo, glaberrimo; racemo fructifero semper corymboso.

Synonyma: *D. fladnizensis Wulfen*, Pl. rar. Carinth. ap. Jacq. Misc. I (1778) p. 147; GMELIN, Syst. nat. 13. ed. (1791) p. 971; SUTER, Helv. Fl. II (1802) p. 47; VEST, Manuale bot. (1802) p. 613; De CANDOLLE, Syst. nat. II (1821) p. 751, pro parte; SPRENGEL, Syst. veg. II (1825) p. 874 pro parte, excl. var.; HOST, Fl. Austr. II (1831) p. 241; RCHB. Fl. Germ. excurs. II (1832) p. 665, excl. syn. *D. androsacea Whlbg.*; HOPPE ap. STURM, Deutschl. Fl. Heft 65 (1832); RÖHLING et KOCH, Deutschl. Fl. IV (1833) p. 556; KOCH, Syn. (1837) p. 64; SCHEELE in Flora XXVI (1843) p. 323 pro parte; STUR in Ö. b. Z. XI (1861) p. 187; DALLA TORRE, Anl. (1882) p. 180; JANKA, Crucif. silicul. europ. (1883) p. 108; PACHER et JABORNEGG, Fl. v. Kärnten I (1887) p. 136; PARLATORE - CARUEL, Fl. ital. IX (1893) p. 769, pro parte; FRITSCH, Exkursionsfl. Österr. (1897) p. 248; GELERT in Bot. Tidskr. XXI (1898) p. 302, excl. syn. omn. non *D. lactea Adams*; HAYEK, Fl. v. Steierm. I (1909) p. 5172 DALLA TORRE et SARNTHEIM, Fl. v. TIROL VI.2. (1909) p. 3812 VOLL-

---

1) NATHORST in Engl. Jahrb. XIV (1891) p. 183. - 2) R. BROWN, Ross. voy. Baffinsbay, app. (1819) 143; Verm. Schrift. I, p. 341. - 3) Bull. Soc. Nat. Mosc. XV (42) p. 250. - 4) l.c. p. 14. - 5) Bull. Soc. nat. Mosc. XIV (1840) p. 64. - 6) Tokyo Bot. Mag. XVIII (1904) p. 75. - 7) Tokyo Bot. Mag. XXV (1911) p. 195.

MANN, Fl. v. Bayern (1914) p. 314, excl. var. - *D. fladnizensis var. homotricha Ball* in Bull. Soc. bot. Fr. VII (1860) p. 230; ROUY et FOUCAUD, Fl. d. Fr. II (1895) p. 215; THELLUNG ap. HEGI, Ill. Fl. Mitteleur. IV.39 (1919) p. 380. - *D. fladnizensis var. lactea Blytt*, Handb. i Norg. Fl. (1906) p. 382 pro parte; HERMANN, Fl. v. Deutschl. u. Fennoskand. (1912) p. 229, pro parte. - *D. fladnizensis DE CANDOLLE*, Prodr. I (1824) p. 169, pro parte. - *D. flavicensis Macoun*, Exsicc. - *D. androsacea Willd.*(non WHLBG.) Spec. pl. 4. ed. III.1. (1901) p. 428, pro parte. *D. ciliaris Wahlbg.* (non L.), De climate et veg. Helv. (1813) p. 122, excl. syn. *D. ciliaris L., D. androsacea Whlbg.* - *D. lactea Adams* in Mem. Soc. Nat. Mosc. V (1817) p. 194; SPRENGEL, Syst. veg. (1825) p. 874, pro parte; LEDEBOUR, Fl. altaic. III (1831) p. 73, pro parte; NYMAN, Sylloge (1855) p. 199 exclus. syn. *D. lapponica DC., D. laevipes DC.* et Conspect. (1878) p. 53, excl. syn. *D. lapponica DC., D. androsacea Whlbg., D. laevigata Hoppe*, REGEL in Bull. Soc. Nat. Mosc. XXXIV (1861) p. 195 pro parte; TRAUTVETTER in Act. Hort. Petrop. VI (1879) p. 542. - *D. lactea var. ciliata Neilr.* in Ö. b. Z. IX (1859) p. 93, excl. syn. *D. androsacea Whlbg., D. lactea DC.* - *D. Wahlenbergii Hartm.*, Handb. i Skand. Fl. 1. ed. (1820) p. 249, excl. *var. heterotricha*, excl. syn.; SPRENGEL, Syst. veg. II (1825) p. 874, pro parte; KITTEL, Taschenb. 2. ed. (1844) p. 875 pro parte; GRENIER et GODRON, Fl. d. Fr. I (1848) p. 124 excl. syn. *D. Wahlenbergii Htm., Koch*; JOSCH, Fl. v. Kärnt. (1853) p. 20 pro parte; BURNAT, Fl. d. alp. maritimes I (1892) p. 119 pro parte; COSTE, Fl. d. Fr. I (1901) p. 118. - *D. Wahlenbergii var. homotricha Lindbl.* in Linnaea XIII (1839) p. 324 pro parte, excl. syn. *D. androsacea Whlbg., D. lactea Adams, DC.*; LEDEBOUR, Fl. ross. I (1842) p. 150 pro parte, excl. syn. *D. lactea Adams*; KOCH, Taschenb. (1844) p. 48 et Synops. 2. ed. (1846) p. 74, excl. syn. *D. androsacea Whlbg., D. lactea DC.*; MALY, Enum. pl. Austr. (1848) p. 277; HAUSMANN, Fl. v. Tirol I (1851) p. 76; REGEL in Bull. soc. nat. Mosc. XXXIV (1861) p. 189 pro parte; LANGE in Medd. om Grönl. III (1880) p. 40; SCHINZ et KELLER, Fl. d. Schweiz II (1905) p. 92. - *D. Wahlenbergii var. pygmaea Regel* in Bull. soc. nat. Mosc. XXXIV (1861) p. 189, pro parte. - *D. helvetica Schleich.* exsicc.; DC. Syst. nat. II (1821) p. 345 et Prodr. I (1824) p. 169; KOCH in Flora VI (1823) p. 439; BLUFF et FINGERHUTH, Comp. Fl. germ. II (1825) p. 86; HEGETSCHWEILER et HEER, Fl. d. Schweiz (1840) p. 631. - *D. sclerophylla Gaudin*, Fl. Helv. IV (1829) p. 255 excl. syn. *D. sclerophylla Thomas exsicc., D. fladnizensis DC.*; THOMAS exsicc. pro minima parte. - *D. stereophylla Thomas*, exsicc. pro parte. - *D. nivalis Séringe*, exsicc. teste GAUDIN, Fl. Helv. IV (1829) p. 255. - *D. pygmaea Turcz.* in Mem. soc. nat. Mosc. 1838, p. 87. - *D. pygmaea var. Turcz.* exsicc. 1834. - *D. laevigata β plus ciliata Huter*, exsicc. 1881 pro parte.

Icones: WULFEN ap. Jacq. Misc. t. 17, fig. 1; REICHENBACH, Ic. crit. VIII, t. 755 et Ic. fl. germ. II, t. 13, fig. 4237; STURM, Deutschl. Fl. Heft 65; THELLUNG ap. HEGI, Ill. Fl. v. Mitteleur. IV.39. p. 380 fig. 838 c, d, e, f.

Var. homotricha (Lindbl.): Foliis rosularum et caulinis pilis simplicissimis in margine et in superficie subdense obsitis; scapo ad 8 cm alto; racemo in statu fructifero subelongato; siliculis saepe ovato-lanceolatis.

Synonyma: *D. Wahlenbergii Hartm.* Handb. i Skand. Fl. (1820) p. 249 pro parte, excl. var., excl. syn. - *D. Wahlenbergii var. homotricha Lindbl.* in Linnaea XIII (1839) p. 324 pro parte, excl. syn. *D. androsacea Whlbg., D. lactea DC.*; LEDEBOUR, Fl. ross. I (1842) p. 150 pro parte, excl. syn. *D. lactea DC., Adams*, non Bge.; REGEL in Bull. Soc. nat. Mosc. XXXIV (1861) p. 188 pro parte; LANGE in Medd. om Grönl. III (1880) p. 40 pro parte. - *D. lactea Ledeb.* Fl. altaica III (1831) p. 73 pro parte; REGEL, l. c. (1861) p. 195 pro parte. - *D. fladnizensis Turcz.* in Bull. soc. nat. Mosc. XV (1842) p. 251 pro parte, excl. syn. omn., non Wahlenbergii var. Lindbl.; EKMAN in Svensk. Vet. Ak. Handl. LVII.3. (1917) p. 13.

Var. heterotricha (Hartm.) Ball: Foliis margine pilis simplicibus, furcatis, stellatis ciliatis, superficie glabris vel stellato-pilosis; scapo et racemo saepe elongatis; scapo rarissime ad basin sparse stellato-piloso.

Synonyma: *D. androsacea Whlbg.* Fl. lapp. (1812) p. 174. - *D. Wahlenbergii Hprg.* Syst. veg. II (1825) p. 874 pro parte; KITTEL, Tachenb. 2. ed. (1844) p. 875 pro parte; EKMAN in Sv. Vet. Ak. handl. LVII.3. (1917) p. 13. - *D. Wahlenbergii var.*

heterotricha Hartm. Handb. i Skand. Fl. (1820) p. 249; LINDBLOM in Linnaea XIII (1839) p. 324 excl. syn. *D. fladnizensis Gaud.*; LEDEBOUR, Fl. ross. I (1842) p. 150, excl. syn. *D. pygmaea Turcz., D. Wormskjöldii Fisch,*; KOCH, Taschenb. (1844) p. 48; Synops. 2. ed. (1846) p. 74; MALY, Enum. pl. Austr. (1848) p. 277; HAUSMANN, Fl. v. Tirol I (1851) p. 77; LANGE in Medd. om Grönl. III (1880) p. 41; SCHINZ et KELLER, Fl. d. Schweiz II (1905) p. 92. - *D. Wahlenbergii var. homotricha Regel* in Bull. soc. nat. Mosc. XXXIV (1861) p. 188 pro parte. - *D. Wahlenbergii var. pygmaea Regel*, l. c. p. 189, pro parte. - *D. Wahlenbergii var. heterotricha Regel*, l. c. p. 190. - *D. lapponica DC.* Syst. nat. II (1821) p. 344 ex herb. Willd. et Prodr. I (1824) p. 169; R. BROWNE, Fl. d. Melv. Ins., Verm. Schrift. (1825) p. 370; WAHLENBERG, Fl. suec. I (1824) p. 400; REICHENBACH, Fl. germ. excurs. II (1832) p. 665; HOPPE ap. STURM, Deutschl. Fl. Heft 65 (1832); KOCH in RÖHLING und KOCH, Deutschl. Fl. IV (1833) p. 555, excl. syn. *D. fladnizensis Gaud., D. ciliaris Whlbg., D. Wahlenbergii Htm.*; KOCH, Syn. (1837) p. 64; HEGETSCHWEILER et HEER, Fl. d. Schweiz (1840) p. 631; TURCZANINOW in Bull. Soc. nat. Mosc. XV (1842) p. 253; SCHEELE in Flora XXVI (1843) p. 323 pro parte; PACHER et JABORNEGG, Fl. v. Kärnt. I.3. (1887) p. 136; DÖRFLER, Exsicc. (hb. norm., 1895) in KERNER, Schedae ad fl. austr. hung. exsicc. VI (1893) p. 16; HUTER in Ö. b. Z. LIV (1904) p. 188; DALLA TORRE et SARNTHEIM, Fl. v. Tirol VI 2. (1909) p. 382. - *D. intermedia DC.* Syst. nat. II (1821) p. 344, non Liljebl. nec Willd.; REICHENBACH, Fl. germ. excurs. II (1832) p. 665 excl. syn. *D. lactea Ledeb., D. Johannis Host.* - *D. lactea DC.* Syst. nat. II (1821) p. 345 et Prodr. I (1824) p. 170; SPRENGEL, Syst. veg. II (1825) p. 875; NYMAN, Syll. (1855) p. 199 pro parte; NYMAN, Consp. (1878) p. 53 pro parte, excl. syn. *D. Dorneri Heuff.*; REGEL in Bull. soc. Mosc. XXXIV (1861) p. 195 pro parte. - *D. lactea var. seminuda Neilr.* in Ö. b. Z. IX (1859) p. 92 pro parte. - *D. lactea var. glabrescens Neilr.* l. c. 93 pro parte. - *D. fladnizensis Traunst.* (non Wulf.) in Flora XVIII (1835) p. 602 pro parte; PARLATORE et CARUEL, Fl. it. IX.3. (1893) p. 769 pro parte; FRITSCH, Exkursionsfl. v. Österr. (1897) p. 248 pro parte; GELERT in Bot. Tidsskr. XXI (1898) p. 302 pro parte. - *D. fladnizensis var. minor Gaud.* fl. helv. IV (1829) p. 254, excl. syn. *D. helvetica Schleich.* - *D. fladnizensis var. ramosa Gaud.* l. c. - *D. fladnizensis var. heterotricha Ball* in Bull. soc. bot. Fr. VII (1860) p. 230; ROUY et FOUCAUD, Fl. d. Fr. II (1895) p. 216. - *D. fladnizensis var. lapponica Blytt*, Handb. i Norg. Fl. (1906) p. 382; VOLLMANN, Fl. v. Bayern (1914) p. 314; THELLUNG ap. HEGI, Ill. Fl. v. Mitteleur. IV.39. (1919) p. 381. - *D. fladnizensis var. lapponica Hermann*, Fl. v. Deutschl. u. Skand. (1912) p. 229. - *D. pygmaea var. β Turczaninow*, Exsicc. (1834). - *D. intermedia Hegetschw. et Heer*, Fl. d. Schweiz (1840) p 631. - *D. tomentosa var. frigida Grenier et Godron* , Fl. d. Fr. I (1848) p. 123 pro parte. - *D. laevigata var. plus ciliata Huter*, Exsicc. (1881) pro parte. - *D. stellata var. Ball* in Bull. soc. bot. Fr. VII (1860) p. 230. - *D. carinthiaca Fritsch*, Exk.-Fl. f. Österr. (1897) p. 248, pro parte.

<u>*Var. glaberrima*</u> *Gaudin*: Tota planta glaberrima; siliculis apice semper rotundato-obtusis; stylo deficiente.

Synonyma: *D. laevigata Hoppe* ap. KOCH in Flora VI (1823) p. 441 et ap. STURM, D. Fl. Heft 65 (1832); REICHENBACH, Fl. germ. excurs. II (1832) p. 666, excl. var. *D. Hoppeana Rud.*; KOCH ap. RÖHLING et KOCH, Deutschl. Fl. IV (1833) p. 556 et Synops. (1837) p. 64; SCHEELE in Flora XXVI (1843) p. 323; DALLA TORRE, Anl. (1882) p. 180 et in DALLA TORRE et SARNTH. Fl. v. Tirol VI (1909) p. 383; PACHER et JABORNEGG, Fl. v. Kärnt. I.3. (1887) p. 136; FRITSCH, Exk.-Fl. f. Österr. (1897) p. 248. - *D. fladnizensis Gelert*, Bot. Tidsskr. XXI (1898) p. 302 pro parte. - *D. fladnizensis var. glaberrima Gaud.* Fl. helv. IV (1829) p. 254. - *D. fladnizensis var. lactea Blytt*, Handb. i Norg. Fl. (1906) p. 382 pro parte. - *D. fladnizensis var. lactea Herrm.* , Fl. v. Deutschl. u. Fennoskand. (1912) p. 229 pro parte. - *D. fladnicensis var. glabrata Thellung* ap. HEGI, Ill. Fl. v. Mitteleur. IV.39 (1919) p. 381. - *D. Wahlenbergii Kittel*, Taschenb. 2. ed. (1844) p. 875 pro parte; JOSCH, Fl. v. Kärnt. (1853) p. 20 pro parte. - *D. Wahlenbergii var. glabrata Lindbl.* in Linnaea XIII (1839) p. 325; LEDEBOUR, Fl. ross. I (1842) p. 150; KOCH, Taschenb. (1844) p. 48; KOCH, Synops. 2. ed. (1847) p. 74; MALY, Enum. pl. Austr. (1848) p.

277; HAUSMANN, Fl. v. Tirol I (1851) p. 77; LANGE in Medd. om Grönl. III (1880) p. 41. - *D. Wahlenbergii var. glabrata Regel* in Bull. soc. nat. Mosc. XXXIV (61) p. 190 pro parte. - *D. lactea Regel*, l. c. pro parte; NYMAN, Consp. (1878) p. 53 pro parte. - *D. lactea var. glabra Neilr.* in Ö. b. Z. IX (1859) p. 93. - *D. carinthiaca var. glabrata Schinz et Keller* , Fl. d. Schweiz II, p. 92 pro parte.

Icones: STURM, Deutschl. Fl. Heft 65, pro *D. laevigata Hoppe* (1832); REICHENB. Ic. crit. 4 (1826) t. 387 et Ic. fl. germ. II (1837) t. 13.

Var. aretioides (Fries) Blytt: Scapo florifero rosulam non superante.

Synonyma: *D. lactea var. aretioides Fries* , Exsicc.; M. BLYTT, Exsicc. - *D. fladnizensis form. aretioides A. Blytt* , Handb. i Norg. Fl. (1906) p. 382.

A r e a g e o g r a p h i c a : In regione alpina et nivali Pyrenäorum, Alpium, Transilvaniae, Asiae centralis, Sibiriae, Rossiae arcticae, Scandinaviae, insularum Spetsbergensium, Grönlandiae, Americae arcticae et borealis.

Specimina visa:

Var. genuina: P y r e n ä e n: Pic de Salettes, Htes. Pyr. (BORDERE 1871 WH). W e s t a l p e n: Mont Cenis (HUGUENIN Bha); Mont Cenis u. Gavalin (HUGUENIN 1898 WU hb. Keck). S c h w e i z: Helvetia (THOMAS WH als *D. nivalis*); Gd. St. Bernhard (FAVRE 1870 WU); Chion sur les Mayens de Sion (BION WH); Vallée d'Hermence, Valais (MURAT 1846 WH); Mayenhorn im Wallis (LAGGER 1842 WH); Col d'Orsera, Valais (BION 1844 WH); Col d'Orsera in Valesia (LAGGER Bha); Canton de Vallesia (SCHLEICHER M, Specimen originale *D. helvetica!*); Schwerzsee bei Zermatt (AUERSWALD 1847 Kl); Mons Bex, Canton de Vaud (De CANDOLLE, WH); Côte du Simplon (FAVRAT Bg); Simplon, Staffelgrat (FAVRE 1874, WV); in summo monte Säntis (REHSTEINER 1849, hb. PITTONI WH); Engadin, Berninapass, Gipfel des Piz Lagalb 2950 m Schiefer (HANDEL-MAZETTI 1906 WU); in alpibus Rhaeticis (LAGGER 1839 WH); Unterengadin LÖSCH 1884 WH). O b e r i t a l i e n: Monte Stelvio, Lombardei (MALY 1858 Bha). T I R O L: Am Fusse der Ortlerspitze im Suldental in Südtirol (TAPPEINER 1839 WH); Pfossental im Vintschgau; an Felsen im Tälchen östl. vom Pfasereck, Schiefer, ca. 2300 m (HANDEL-MAZETTI 1907 WU); an der Südseite der östl. d. Stelle delle Sute zwischen Fleimstal und Valsugana einschneidenden Scharte. Quarzporphyr, 2500 m (HANDEL-MAZETTI 1906 WU); e tyrolensi alpe di Montolone (MANGANOTTI als *D. nivalis* WU); in summis rupestribus montis Montalone (KELLNER 1844 als *D. frigida* WU); in saxosis porphyricis montis Cinna di Boche prope Paneveggio (EICHENFELD GJ); Pustertal (VIEHWEIDER als *D. Wahlenbergii var. glabrata* WU); juga alpium primitiv. Pustariae 8000- (HUTER 1864 Ko); Virgen in summis alpium jugis 8400-9700' (GANDER 1867 Bha); Pustaria media, Antholz, in summis alpibus schistaceis solo arenoso 8-9500' (HUTER 1870 WH); Schleidnitzalpe bei Lienz (MALY Bha); alp. tirol. Kals (HOFMANN Bha); Kalserthörl in Tirol (FELICETTI A); auf dem Thörl (HOPPE WH); Teischnitz am Fusse des Grossglockners (hb. WALTER WU); hohe Alpen bei W. Matrei (GANDER 1865 WU); auf kalkhaltigen Triften im Hasental, Prettau (TREFFER 1882, WH); Alpenjöcher in Pürstall bei St. Peter 2400-2700 m (TREFFER GV); alp. ca. Brixinam (MESSNER Bha); Wildenspitz im Pfitschthale (KERNER 1887 WU hb. KERNER); Riedberg ad Sterzing in locis glareosis et arenosis ad juga montium, solo schistaceo-calcareo mixto 2600 m (HUTER 1895 in DÖRFLER's herb- norm. WH); vom Hühnerspiel bei Gossensass (GASSNER 1871 A); in jugo montis Zerag ad Brenner solo schistaceo-micaceo 2600 (HUTER 1881 Kl); Kreutzspitz ober dem Zragerboden am Brenner (KERNER 1868 WU hb. KERNER); in jugo montis Daxspitz ad Brenner, solo schistaceo-micaceo 2640 m (HUTER 1880 WH); Gipfel des Pellinkopfes im Finbertal, Bündnerschiefer 2847 m (HANDEL-MAZETTI 1911 WU); Rosskogel im Oberinntal (KERNER 1861 GU); Rosskogel (SAUTER als *D. helvetica* A); Ötztaler Ferner (Bha); Ötzthal, Südwestseite der Zwerchwand bei Rofen (KERNER WU hb. KERNER); Sättel zwischen Kirchdach und Humerspitz, Gschnitzthal, Schiefer (KERNER WU hb. KERNER); Sattel zwischen Flerchner Kamm und Schafgrubenspitz zwischen Stubai- und Sellrainer Thal (KERNER 1862 WU); Seudersthal bei Innsbruck: am Gamskogel auf Schiefer 2600 m (HANDEL-MAZETTI 1899 WU); Oenipont. in Cinna Mts. Hafelekar (EVERS 1883 HU); Serlosspitze bei Innsbruck (KERNER WU hb. KERNER); Neunerspitz bei Innsbruck (HEUFLER WH); Tarnthalerköpfle im Narvisthale (KERNER 1868 WU hb. KERNER); am Grat vom Hanneburger gegen den Mallgrübler im Volderthal, Schiefer, 2700 m (HANDEL-MAZETTI 1902 WU);

Haneburger Spitz ober Voldersthal bei Innsbruck (KERNER 1860 WU hb. KERNER); auf dem Hippold im Wattenthal, Kalk und Schiefer verm., 2630 m (HANDEL-MAZETTI 1902, WU); Klammerspitze im Wattenthal, Kalkschiefer, 2500 m (HANDEL-MAZETTI 1902, WU); Hohes Schiefergebirge bei Kitzbühel (TRAUNSTEINER WH); Gaisstein (SAUTER A); Geisstein bei Kitzbühel (TRAUNSTEINER 1840 WH). O b e r b a y e r n: Algäu, Vorderer Schrofen an der Mädelergabel, Kalkhornstein (SENDTNER 1849 M hb. boic.); Algäu, Kreuzeck (SENDTNER 1849 M hb. boic.); Algäu, Linkerskopf (SENDTNER 1848 M hb. boic.); Gipfel des Rauheck im Algäu zahlreich (HOLTER M hb. boic.). S a l z b u r g: Oberpinzgau (SPITZEL WH); in rupibus alp. schistos. edit. 7-8000' Fusch (SAUTER S); auf den Fuscher Alpen und auf der Gamsgrube bei Hl. Blut (HINTERHUBER S); Rauris (FELICETTI als *D. frigida* A); Rathausberg bei Gastein 8000' (KREMN 1858 als *D. lapponica* WH); Gamskarkogel (FREYBERGER 1852 hb. RAUSCHER WH); Gamskarkogel bei Gastein (ZWANZIGER GU); Alpe Gastein (RAUSCHER WH); Hundskopf am Radstätter Tauern 7000-7600' (SIMONY 1863 WH); Hundskogel am Radstättertauern (STUR 1852 Bha); am Seekarspitz d. Radstätter Tauern, Kalk-Glimmerschiefer 7000' selten (STROBL 1870 A); Hochalpe bei Ramingstein im Lungau (VIERHAPPER 1889 WU). K ä r n t e n: Pasterze (HARGASSER M); Pasterze, Gamsgrube (Pacher Kl); Pasterze (HOPPE A); Rudenalpe bei Sagritz (PACHER Kl); Mölltal, Mühldorfer Scharte 7000' (JABORNEGG 1879 hb. Eichenfeld); wolliger Albl am Wollinitzer Thörl (PACHER 1874 als *D. carinthiaca* Kl); auf dem Gipfel der Hohen Resa in einem einzigen dichten Rasen vorgefunden, 3 Stunden westlich vor Obervellach (KOHLMAYR Kl); Osteralpe (PACHER Kl); zwischen Mohar und Göritz auf einem Felsen (PACHER 1845 Kl); Klowok (KOHLMAYR 1851 Kl); Am Klowok 7340' im Kalkfels (KOHLMAYR 1852 Bha); Grossfragant (GUSSENBAUER hb. PITTONI WH); Stern im Katschtale Kärntens (BIRNBACHER Bg); Reichenauer Garten (PACHER Kl); Zerschlagene Wand im Reichenauer Garten (TRAUNFELLNER 1810 als *D. lapponica* Kl); in alpe Verschlagene Wand vulgo dicta ipse legi (TRAUNFELLNER 1810 Kl); ex alpe fladnizensi (TRAUNFELLNER hb. PORTENSCHLAG WH); Fladniz (SAUTER WH). S t e i e r m a r k: Eisenhut, Wintertal (PACHER 1842 Kl); Stiria, Eisenhut (PACHER hb. PITTONI WH); Eisenhut bei Turrach 2000m solo schistaceo (FEST 1896 GJ); Eisenhut (HATZI 1854 A); Ruprechtseck bei Krakaudorf, Steiermark 2000' (STROBL 1875 A); Ruprechtseck in Obersteiermark (STEYRER GJ); auf dem Hochgolling, Gl. Schiefer, zieml. selten, 8-9045' (STROBL 1870 A); Schladming: Waldhorn Gipfel (EBERWEIN 1902 WU); In der Tuchma bei Kl. Sölk bei den weissen Kegeln hfg. Kalkgl. 7000' (STROBL 1870 A); auf dem Hohen Wart in den Wölzer Tauern (FEST WH). - S i e b e n b ü r g e n: Mte. Corona, Torda (MERKL 1890 als *D. Dornerі* M). - T i b e t: Tibet occ. Reg. alp. alt. 14-15000' (Herb. Ind. or. HOOKER fil. et THOMSON M, DC). - S i b i r i e n: in humidis alpium Altai (LEDEBOUR 1829, 1837 als *D. lactea* WU hb. KECK); Fl. orient. altaica (BUNGE 1839 hb. ZUCCARINI M); Altai (1843 ex herb. SCHULTES, hb. KUMMER M); Altai (herb. ZUCCARINI M); in alpibus Zagan (TURCZANINOW 1834 als *D. pygmaeae* M. Specimen originale *D. pygmaeae*!); in alpibus ad flumen Tessot (TURCZANINOW 1834 als *D. lactea DC.*); in alpibus Dahuriae (TURCZANINOW 1834 als *D. lactea DC*); in monte Mondo, Baikal (TURCZANINOW 1836 DC). - S k a n d i n a v i e n: Dovrefjell, Norvegia (LEUCHTENBERG als *D. lapponica* M); Dovre, Gedberget (HEDBOM 1881 WU); Lapponia Lulensis, Kirkevar (ANDERSSON GU); Flor. Norvegica, Tromsoe, fast 70° n. Br., Floifjeld 702 m (BAENITZ 1888 als *D. nivalis* GJ hb. EICHENFELD). - S p i t z b e r g e n: Insulae Spetsbergenses, Adventbay (Th. M. FRIES 1868 M). - G r ö n l a n d: Grönland. boreal. (BERGGREN 1870 DC); Christianshaaf (HORNEMANN M); Clavering-Insel (2. Deutsch. Nordpolexped. "Germania" 1868-70 M).

Var. homotricha: S c h w e i z: Col de Sorebois supra Zinal, Valesia 2740 m (BERNOULLI Bg); Faulhorn, Berner Oberland (MURAT WH); T i r o l: Virgen in summitate montis Bergerskogel (GANDER 1867 Bha); Juga alpium primitiv. Pustariae (HUTER Bg); Teischnitzalpe bei Kals in Tirol (EICHENFELD 1881 GJ hb. EICHENFELD); ad rup. pr. pedem Mtis Gr. Glockner (PICHLER 1866 Kl); in jugo montis Riedberg ad Sterzing, solo schistaceo 2400-2700 m (HUTER Bg); Tirolia centralis ad montem Weisspitz prope Sterzing, solo schistaceo 23-2700 m (HUTER 1885 Bha); zwischen Rollspitze und Hühnerspiel am Brenner, Schiefer 2800 m (HANDEL-MAZETTI 1901 WU); Serlospitze bei Innsbruck 8400' (KERNER GU); Tirol, in monte Serlos ad Innsbruck

8000' (KERNER WH); Gaisstein (SAUTER 1870 A). - S k a n d i n a v i e n: Norv. Dovre, Kongsvold (LINDBLOM WH); Dovre: Komgswold (OLSSON 1884 WH, NILSSON 1883 Kl, BLYTT Bg, LUNQUIST Bg), Norvegia, Dovre, Kongsvold, ad saxa (ZETTERSTEDT et WICKBOM GJ); Dovre, Knushöe (AHLBERG 1875 Kl); Dovre, Gedberget (HEDBOM Bg); in rupestribus editissimis montis Gøderyggen alpium Dovrensium (ZETTERSTEDT 1854 Bg); montes Dovrenses; Gjedderyggen (PAULSSON 1885 GJ hb. EICHENFELD); Lapponia (HORNEMANN hb. FENZL als *D. lapponica* WH); Lapponia (ANDERSSON WH). - C i r c u m p o l a r r e g i o n: Insulae Spetsbergenses, Adventsbay (Th. FRIES 1868 DC); Groenl. borealis, Ouchade (ANDERSSON WH); Nordgrönland, Godhavn (BERGGREN 1870 WH).

Var. heterotricha: W e s t a l p e n: Cottische Alpen (ROSTAN als *D. nivalis DC)*; Mont Cenis (HUGUENIN GJ hb. KRISTOF). S c h w e i z: Mt. Fouly (THOMAS als *D. nivalis* WH); in monte Javernaz (THOMAS WH); De Loze sur Conthey (BION 1843 WH); Saas en Valais (THOMAS als *D. nivalis* WH); Distelalp, val Saas, Lämmeralpe ober d. Gemmi, Vallesia (BION 1843 WH); Lämmeralpen (LAGGER 1842 WH); Zermatt alt. 2500 m schist. gris. (BERNOULLI 1888 WH); Zermatt (HEISS als *D. helvetica* M); Albula, Graubünden (LÖSCH WH); Unterengadin (LÖSCH 1881 WH); O b e r i t a l i e n: Longobardia superior, Prov. di Sondrio, Bormio, in herbosis sterilibus et in pinetis vallis di Fraele alt. 1500-2700 m, solo vario:(LONGA Bg); T i r o l: Alpe Padon in Fassa (FACCHINI WH); Schlern (HUTER 1867 WU hb. KERNER); Tirolia austro-orientalis, in jugo montis "Hohe Graben" vallis Villgraten solo schistoso 2600 m (GANDER 1890 Ko); Lienz, oberste Felsen der Rothsteinerwand unter dem Zettersfeld (GANDER 1868 GU); alp. Tirolis, Kals (HOFMANN Bha); Alpen am Grossglockner (HUTER 1854 GJ hb. KRISTOF); in Aesten et Lappach 2300 m (TREFFER 1880 als *D. Wahlenbergii* WU hb. KECK); Kalkschiefer in Schwarzenbach bei Luttach 13-1500 m (TREFFER 1889 Ko); auf Weiden des Berges Riedberg bei Sterzing (HUTER Ko); Tirol. centr. loc. glareosis in Riedberg prope Sterzing solo schistaceo 23-2700 m (HUTER WH); Tirolia centralis, in pascuis et locis arenosis montium "Platzerberg" et "Riedberg" supra Gossensass, solo schistaceo micaceo (HUTER in DÖRFLER's hb. normale WH); in monte Weisspitz ad Sterzing (HUTER WH); Tirol. centr. in jugo montis Zerag ad Brenner solo schistaceo-micaceo 2600 m (HUTER 1881 als *D. laevigata var. plus ciliata* GJ hb. EICHENFELD); Finsterstern ad Sterzing (HUTER 1881 WH); S a l z b u r g: Salzburger Alpen (STORCH WU); auf den Fuscher Alpen und auf der Gamsgrube bei Hl. Blut (HINTERHUBER mit *var. genuina* S); K ä r n t e n: auf den kärntnerischen Alpen (als *D. nivalis* GU hb. ETTINGSHAUSEN); Pasterze (PACHER als *D. carinthiaca* Kl); bei Sagritz in Kärnten (PACHER, hb. PITTONI WH); Carinthia, Alpen St. Peter, Katschtal (PACHER als *D. Hoppeana Rud.* Ko); Stern im Katschtal (JABORNEGG als *D. Johannis Host* Kl); Alpen im Katschtal (PACHER als *D. Hoppeana Rud.* GJ hb. KRISTOF); Reichenauer Garten (Kl). - A s i e n: In alpe Nucudaban (TURCZANONOW als *D. Wahlenbergii* WH); in alpe Nucu-Daban (TURCZANINOW als *D. pygmaea var. β* 1834 M hb. ZUCCARINII). - S k a n d i n a v i e n: Lapp. Lul. Kirkewarn (ANDERSSON 1864 WH, GU, DC); in alpe Kiergevare Lapponiae Lulensis (LAESTADIUS 1821 hb. DC); Tromsoe: in monte Flöifeld, alt. 5-700 m (hb. BORNMÜLLER 1904 Ko). - C i r c u m p o l a r r e g i o n: Spitzbergen, Adventsbay (MÜLLNER 1902 WH, JÖRGENSEN 1896 M); Groenlandia (HORNEMANN als *D. hirta* M); Groenlandia occidentalis (ZEUS VAHL 1835 WH); Groenlandia boreali-occidentalis, Gebiet des Umanakfjords 70-71° n. Br. (VANHÖFFEN 1893 WU); Groenlandia borealis, Godhavn (WU, WH).

Var. glaberrima. - T i r o l: Westl. Tirol, ober dem Fimberhaus gegen den Pellinkopf, Bündnerschiefer, 2200-2600 m (HANDEL-MAZETTI 1911 WU); Kals ad montem Grossglockner alpibus editissimis solo schistaceo micaceo 27-2800 m (HUTER WH); Aples glaciales, Tirol, Kals (HUTER 1867 WU hb. KERNER, Bha); Kals, Teuschnitz, auf dem obersten Kogel links ober dem grauen Kässboden (HUTER Bha). K ä r n t e n: Pasterze (WH); von der Pasterze (HOPPE Kl, specimen originale *D. laevigatae!*); in summis alpibus Carinthiae, Hl. Bluter Tauern (RUDOLPHI WH); Osteralpe bei Sagritz (PACHER WH, Kl); Sterneck im Katschtale, Kärnten (BIRNBACHER mit *var. genuina*, Bg). - S k a n d i n a v i e n: Tromsoe, fast 70° n. Br., Flöifjeld (BAENITZ 1888 als *D. nivalis* GJ hb. EICHENFELD).

Var. aretioides - Alpes Norveg. Baeverdal in Lom. (leg. cand. NORMAN et MOE,

comm. BLYTT WH).

Draba fladnizensis als Spezies umfasst ziemlich heterogene Formen und ist in ihrem jetzigen Umfange aus mehreren Spezies älterer Autoren zusammengesetzt. Gemeinsam ist ihnen allen die eiförmige, elliptische oder etwas längliche, aber niemals lineallanzettliche Gestalt der kahlen Schötchen, die nur ausnahmsweise manchmal lanzettlich zugespitzt erscheinen, ferner die geringe Anzahl der Samen (höchstens 8 in jedem Fache des Schötchens). Weitere gemeinsame Merkmale sind die Kahlheit des Stengels (wenigstens in seiner oberen Hälfte) und der Blütenstiele, sowie die geringe Grösse der Blüten.

Die häufigste und weitaus verbreitetste unter allen angeführten Formen ist *var. genuina*, ausgezeicnet charakterisiert durch die kahlen, am Rande von einfachen Borsten gewimperten Blätter, durch die niedrigen, höchstens 6 cm langen, absolut kahlen Stengel und durch den gedrängten Fruchtstand. In den mitteleuropäischen, zentralasiatischen und nordichen Hochgebirgen auf Felsen und Schutthalden oft ziemlich ausgebreitete Rasen bildend, steigt sie stellenweise weit in die Schneeregion auf. SAINT LAGER [1] fand sie auf dem Theodule-Pass zwischen Matterhorn und Breithorn in einer Höhe von 3350 m, auf den Grand Mulets an der Westseite des Montblanc-Stockes zwischen 3050 und 3470 m Höhe häufig. J. BRAUN [2] beobachtete die Pflanze am Piz Julier im Engadin, wo er noch bei 3370 m Blütenbesuch durch Fliegen feststellen konnte. STUR [3] gibt an, dass sie nur auf Urgestein vorkomme und zählt sie zu den Glimmerschiefer-schichtensteten Pflanzen, desgleichen STROBL [4]. Tatsächlich ist sie auch auf den Urgesteinen der Zentralalpen am häufigsten. Doch habe ich auch Exemplare gesehen, die von Kalk-Unterlage stammten. So hat sie z.B. STROBL selbst bei Kleinsölk in den Niedern Tauern in Gesellschaft der streng kalksteten *D. tomentosa Whlbg.* angetroffen.

Im Norden ist ihre Verbreitung, wie es scheint, weniger allgemein, sie tritt dort gegenüber den *Varr. homotricha* und *heterotricha* etwas zurück. In der Circumpolarregion steigt sie vom Hochgebirge herab. Bei Tromsoe (70° n. Br.) kommt sie am Flöifjeld auf eine Höhe von nur 500 m herunter und in Grönland erreicht sie höchstens 2000 Fuss [5]. Hingegen rückt die obere Verbreitungsgrenze der Pflanze in Zentralasien höher hinauf. HOOKER und THOMSON sammelten sie in den west-tibetanischen Hochgebirgen noch in einer Höhe von 18000 Fuss [6]. Über die geologische Unterlage sowohl im Norden wie in Asien ist mir nichts genaueres bekannt.

Anhangsweise sei erwähnt. dass eine unbedeutende Abänderung der gewöhnlichen Form der *D. fladnizensis* mit 1 - 2 cm hohem Stengel, eiförmigen bis fast kreisrunden Stegelblättern und weniger Borsten an den Blättern von HAUSMANN [7] als *D. Wahlenbergii var. Leyboldii* beschrieben wurde. Ich fand sie in der späteren Literatur ausser bei DALLA TORRE und SARNTHEIM [8] nirgends mehr erwähnt. Als Fundorte nennt HAUSMANN die Cima del Frate in Judicarien (Südtirol). Herbarexemplar sah ich keines.

Draba fladnizensis var. homotricha unterscheidet sich von der genuinen Form dadurch, dass die Blätter sowohl am Rande als auch auf der Fläche mit einfachen Borsten besetzt sind. Bei dieser Form ist die Fruchttraube etwas lockerer als bei der typischen *D. fladnizensis*, die Schötchen etwas länglicher und zugespitzter, aber niemals lineallanzettlich. Diese Form ist in den Alpen ganz vereinzelt vorhanden und meist nicht so auffallend differenziert, namentlich in Bezug auf die Beschaffenheit der Fruchttraube; wohl aber hat sie sich im Norden ziemlich scharf herausgebildet, wo sie über die genuine *D. fladnizensis* zu überwiegen scheint, nach den Mengenverhältnissen des zur Verfügung stehenden Materials zu urteilen. Auch ist auffallend, dass die Diagnosen der meisten nordichen Autoren besser auf diese Varietät als auf die Pflanze WULFEN's passen; zum mindesten ist

---

1) Remarque sur les plantes alpines etc. Ann. Soc. bot. Lyon 1878/79, p. 279 ff. -2) Nach THELLUNG in HEGI, Ill. Fl. Mitteleur. IV.39 (1919) p. 382. - 3) Verh. Zool.-Bot. Ver. Wien III (1853) p. 47. - 4) Österr. bot. Ztschr. XXI (1871) p. 206. - 5) LANGE, Consp. fl. Grönl. in Meddel. om Grönl. III (1880) p. 40. - 6) HOOKER fil. et THOMSON in Journ. Linn. Soc. V (1861) p. 151-152. - 7) Österr. Bot. Wochenbl. V (1855) p. 130. - 8) Fl. v. Tirol VI.2. (1909) p. 283 als Spezies.

in ihnen auf die Eigentümlichkeiten der *var. homotricha* mit vorbedacht Rücksicht genommen [1]. Sie kommt auch in den asiatischen Hochgebirgen vor. Damit in Einklang stehen auch die Diagnosen bzw. Beschreibungen bei ADAMS [2], LEDEBOUR [3], TURCZANINOW [4], HOOKER und THOMSON [5] u. a.

Draba fladnizensis var. heterotricha ist schwer scharf zu umgrenzen, weil die Merkmale, insbesondere auch der Habitus, starken Schwankungen unterliegen. Es können die Blätter kahle Flächen haben und nur am Rande mit Stern-, Gabel- und einfachen Haaren besetzt sein; sie können aber auch von einem dichten Sternhaar-Überzug bekleidet sein, wobei bemerkenswert ist, dass die Zahl der Randhaare immer geringer wird, je dichter die Sternhaare auftreten [6]. Meist sind die äusseren älteren Blätter kahler als die innern. Der Habitus kann niedrig, die Fruchttraube scheindoldig sein und so die Erscheinung der genuinen Form völlig gewahrt bleiben, es kann die Pflanze aber auch bis zu 10 cm und darüber hoch werden und eine gestrecktere Fruchttraube ausbilden. Wenn nun vollends in letzterem Falle die Stengelbasis mit einigen Sternhaaren besetzt, wie dies an manchen Exemplaren zu sehen ist, so sind solche Stücke für diejenigen, die für den Artcharakter der Leucodraben einzig und allein die Verteilung der Behaarung an der Pflanze inbetracht ziehen, von *D. siliquosa M.B.* überhaupt nicht mehr zu unterscheiden. Und in der Tat ist *D. fladnizensis var. heterotricha* in der Literatur und noch häufiger in den Herbarien mit *D. siliquosa M.B.* immer wieder verwechselt worden. Sie lässt sich aber auch bei grosser habitueller Ähnlichkeit mit *D. siliquosa* von dieser noch immer gut unterscheiden durch die ovalen, höchstens oblongen, wenigsamigen Schötchen, die niemals so schmal lineallanzettlich und reichsamig sind, wie bei *D. siliquosa*. Bei letzterer ist ferner das Schötchen mehr oder weniger aufgerichtet, seine Axe bildet daher mit dem schräg abstehenden Fruchtstiel einen stumpfen Winkel, bei *D. fladnizensis* stellt sich hingegen das Schötchen im allgemeinen in die Richtung des Fruchtstiels. Alle diese Unterschiede hat schon REICHENBACH bemerkt und in seinen Abbildungen [7] gut zum Ausdruck gebracht. Wer aber die Kahlheit, bzw. die Behaarung der Stengelbasen als Hauptunterschied zwischen den beiden Draben bezeichnet, der ist bald durch lebendes oder Herbarmaterial widerlegt und steht ratlos vor Stücken zweifellos echter *D. fladnizensis* mit behaartem Stengelgrund, die in seltenen Fällen mit der gewöhnlichen kahlstengeligen Form zusammen an einem Stadort vorkommt. [8]

Draba fladnizensis var. heterotricha ist infolge der erwähnten zahlreichen Verwechselungen nicht so häufig, als sie in der Literatur und in den Herbarien angeführt wird. Nur im Norden scheint sie verbreiteter zu sein, in den Alpen tritt sie nur an einzelnen Stellen meist in Gesellschaft der genuinen Form oder mit *D. siliquosa M.B.* auf, ebenso in den südsibirischen Hochgebirgen (wo aber *D. siliquosa* fehlt). In den Pyrenäen und Karpathen, wo auch die genuine Form sehr selten ist, scheint sie nicht vorzukommen.

Draba fladnizensis var. glaberrima ist neben einer Form der *D. supranivalis Rupr.* die einzige ganz kahle Leucodraba und als solche auf den ersten Blick zu erkennen. Ihr Habitus, der ganz wie bei *var. heterotricha* entweder schlank oder gedrungen ist, sowie die Schötchenform und Armsamigkeit weisen sie der Spezies *D. fladnizensis* als Varietät zu. Formen der genuinen *D. fladnizensis* mit verarmter Blattbewimperung führen in allen Übergängen zur ganz kahlen Varietät herüber, die bis jetzt mit Sicherheit nur in Tirol und Kärnten beobachtet wurde, fer-

---

1) HARTMAN, Skand. Fl. 8. ed. (1861) p. 117: ...bladnes .. merendels häriga; LINDBLOM in Linnaea XIII (1839) p. 324: ..foliis subpectinato-ciliatis utrinque pilosis l. glabris, pilis omnibus simplicibus; EKMAN in Sv. Vt Ak. Handl. LVII. (1917) p. 13: ..scapi .. in statu fructifero racemosi; vergl. auch die Abbildung GELERTs in Bot. Tidsskr. XXI (1898) p. 302. - 2) Mem. soc. nat. Mosc. V. (1817) p. 194. - 3) Fl. altaica III (1831(p. 73. - 4) Fl. beical.-dah. in Bull. soc. nat. Mosc. XV (1842) p. 251. - 5) Journ. Linn. Soc. V (1861) p.151. - 6) Diese Erscheinung hat schon KOCH (Flora 1823 p. 438) an *D. nivalis DC. (= D. fladnizensis var. heterotricha Htm.)* beobachtet. - 7) Ic. fl. germ. II, t. 13, 14.- 8) z.B. DÖRFLER in KERNERs Schedae VI (1893) p. 16.

ner im Norden ganz zerstreut. Die Angaben GAUDIN's [1] über ein Vorkommen im Bagnestale in der Schweiz entbehren einwandfreier Belege.

D. fladnizensis var. aretioides Fries, von der ich ein Exemplar aus Norwegen gesehen habe, ist gekennzeichnet durch den Mangel eines Stengels zur Blütezeit, weshalb die Blüten der Rosette aufsitzen. Fruchtexemplar sah ich keines.

WULFEN entedkte die Pflenze auf den Flattnitzer Alpen in Kärnten, beschrieb sie 1778 ausführlich und, wie mir scheint, recht treffend in JACQUIN's "Miscellanea" [2] und versah die Beschreibung mit einer nicht zu verkennenden farbigen Abbildung. Die Seltenheit des JACQUIN'schen Werkes brachte es mit sich, dass die Beschreibung WULFEN's im Anfang ziemlich unbeachtet blieb. WILLDENOW [3] zog *D. fladnizensis* mit SCOPOLIs *Draba ciliata* (=*Arabis Scopoliana Boiss.*) zu seiner *Draba androsacea* zusammen, deren Beschreibung, wie HOPPE [4] sagt, ein "compositum aus *fladnizensis* und *ciliata*" ist.

Im Jahre 1812 beschrieb WAHLENBERG [5] als erster die von ihm entdeckte *D. fladnicensis* als Art unter dem WILLDENOW'schen Namen *D. androsacea*, zog sie aber schon im folgenden Jahre in Erkenntnis der nahen Verwandtschaft zur genuinen Form, die er 1813 als *D. ciliaris* beschrieb [6] obwohl er ihre Identität mit der homonymen Pflanze LINNEs [7] bezweifelte. Auch lehnte er sowohl WULFENs als auch WILLDENOWs Namen ab, weil die Beschreibungen seiner Meinung nach unzutreffend waren.

ADAMS [8] beschrieb 1817 die genuine Form aus Sibirien als *D. lactea*, HARTMAN [9] 1820 aus Skandinavien als *D. Wahlenbergii*, der er (als erster) auch WAHLENBERGs *D. androsacea* als *var. heterotricha* angliederte.

De CANDOLLE hingegen stellte letztere im Systema naturale [10] (1821) unter dem Namen *D. lapponica Willd.* wieder als Art auf. Ausser dieser gehören bei De CANDOLLE noch drei weitere Arten ganz oder teilweise zur heutigen *D. fladnizensis*, nämlich *D. nivalis, D. helvetica, D. lactea* und *D. fladnizensis*. Als *D. nivalis* bezeichnete WILLDENOW fälschlich *D. siliquosa M.B.* Seinem Beispiel folgte De CANDOLLE, doch war das ihm zur Beschreibung vorliegende Exemplar keine echte *D. siliquosa*, sondern eine *fladnizensis var. heterotricha* [11]. Somit ist De CANDOLLEs *D. nivalis* identisch mit seiner unmittelbar darauffolgenden *D. lapponica. D. helvetica* nach einem Exsiccate SCHLEICHERs aus der Schweiz ist die genuine Form. *D. lactea* ist entweder *var. homotricha* oder *var. heterotricha*, denn De CANDOLLE schreibt ihr "folia piloso-puberula" zu, ohne sich über die Art der Haare näher auszusprechen. De CANDOLLEs *D. fladnizensis* endlich ist genau so wie WILLDENOWs *D. androsacea* ein "compositum" aus *D. fladnizensis Wulf.* und *D. ciliata Scop.*, obwohl er versichert, dass er von SPRENGEL ein echtes Exemplar der *D. fladnizensis* erhalten habe.

KOCH behält in seiner grundlegenden "Abhandlung über die zur Flora Deutschlands gehörigen Arten der Gattung *Draba*" [12] den Namen *D. helvetica Schleich.* bei und nennt den WULFEN'schen Namen ein "bedeutenden Zweifeln unterworfenes Synonymon", was bei der Behandlung, die dieser durch WAHLENBERG, namentlich aber WILLDENOW und De CANDOLLE erfahren hat, nicht Wunder nimmt. *D. fladnizensis var. heterotricha* ist er wie De CANDOLLE geneigt, für eine eigene Spezies zu halten. In KOCHs Abhandlung taucht zum ersten mal die ganz kahle Form auf, und zwar als Art unter dem Namen *D. laevigata Hoppe* [13]. HOPPEs Fussnoten und Nachtrag zu KOCHs Ab-

---

1) Fl. helv. IV, p. 255. - 2) I (1778) p. 147, t. 17, f. 1. - WULFEN schreibt: "fladnizensis"; die Schreibweise mit "tz" ist daher falsch. - 3) Spec. pl. III.1-(1801) p. 428. - 4) Flora VI (1823) p. 440. - 5) Fl. lapponica (1812) nr. 147. - 6) De veget. Helv. (1813) p. 122. - In der "Flora suecica" I (1824) p. 400 folgt er jedoch De CANDOLLE und führt sie als eigene Art "*D. lapponica*" an. - 7) Mant. I, p. 91. - LINNEs *D. ciliaris* ist keine *Leucodraba*, sondern wahrscheinlich eine *Aizopsis* mit ausgeblassten Blüten (vergl. auch Flora VI, p. 528!). - 8) Mem. soc. nat. Mosc. V (1817) p. 104. - 9) Handbok i Skand. Fl. (1820) p. 249. - 10) II, p. 344. - Die ganze Anordnung der Arten nahm De CANDOLLE samt den Diagnosen unverändert in den Prodromus (I, p. 170) hinüber. - 11) Das geht hervor aus den Worten: ..."siliculae elliptico-oblongae"; LINDBLOM (Linnaea XIII, p. 326) kommt bezüglich der *D. nivalis* zu demselben Schluss. - 12) Flora VI (1823) p. 417 ff. - 13) l. c. p. 441.

handlung, wo er das Verfahren WILLDENOWs und De CANDOLLEs einer scharfen Kritik unterzieht und für den WULFENschen Namen eintritt, tragen zur Klärung der Synonymie ganz wesentlich bei, obwohl sie zunächst wirkungslos blieben.

Erst GAUDIN [1] umgrenzte die Art wieder richtiger. Seine *D. fladnizensis* ist wirklich die echte genuine Form; seine Varietäten ***minor*** und *ramosa* tragen neben einfachen auch Gabel- und Sternhaare [2] an den Blättern, sind nur habituell etwas verschieden und gehören der heterotrichen Form an. Seine *var. glaberrima* ist auf jeden Fall HOPPEs und KOCHs Species *D. laevigata*. GAUDIN ist somit der erste, der die ganz kahle Form zur *D. fladnizensis* als Varietät zieht und sie hat daher als solche den ihr von GAUDIN (nach einem Exsiccat von THOMAS) gegebenen Namen zu führen. Dies gilt auch für den Fall, dass das Exemplar von THOMAS gar nicht die *var. glaberrima* war, denn die Beschreibung ist in solchen Fällen entscheidend.

Merkwürdigerweise beschreibt GAUDIN unmittelbar hinter der *D. fladnizensis* eine neue Art, *D. sclerophylla*, die sich aber von *D. fladnizensis var. genuina* nicht im geringsten unterscheidet. Auch die Belegexemplare von THOMAS, die GAUDIN zu dieser "neuen" Spezies zitiert, sind, soweit sie der Beschreibung überhaupt entsprechen, von der genuinen *D. fladnizensis* nicht zu unterscheiden. Die meisten der von THOMAS als *D. sclerophylla* in Tausch gegebenen Exemplare sind aber, wie ich mich vielfach überzeugen konnte, mit dicht sternhaarigen Blättern ausgestattet (GAUDIN sagt:"foliis ... glaberrimis ciliatis"..!) und entsprechen einer kleinen, gedrungenen Form der *var. heterotricha*.

Die deutschen Autoren der folgenden Jahre hielten an der Zerlegung des Formenkreises der *D. fladnizensis* in die 3 Arten *D. fladnizensis Wulf.*, *D. lapponica DC.*, und *D. laevigata Hoppe* fest. HOST [3] kannte zwar nur die genuine Form, allein bereits 1830 bildete REICHENBACH sowohl *D. fladnizensis* [4] als auch *D. lapponica* [5] ab, nachdem die Abbildung der *D. laevigata* [6] schon 1826 erschienen war.

Zu STURMs "Deutschlands Flora", wo ebenfalls alle drei als selbständige Arten behandelt sind, ist zu bemerken, dass sich *D. lapponica* von *D. fladnizensis* in der Abbildung kaum unterscheidet. Es ist eben bei einer so vielgestaltigen Form wie *D. fladnizensis var. heterotricha* schwer, eine gut charakterisierende Abbildung zu liefern. Auch ist bei *D. laevigata* die Zahl der Samen im Fruchtfach zu gross.

In REICHENBACHs Flora germanica excursoria [7] ist der *D. laevigata* eine Varietät *Hoppeana Rudolphi* beigefügt, die in Wirklichkeit zu *D. siliquosa M.B.* gehört. Ausserdem ist REICHENBACHs *D. nivalis* ganz so wie bei De CANDOLLE infolge ihrer Schötchenform identisch mit seiner *D. lapponica*.

Im Jahre 1838 tauchte die genuine *D. fladnizensis* unter dem Namen *D. pygmaea* von TURCZANINOW [8] aus Ostasien beschrieben, auf. Belegexemplare aus des Autors eigener Hand gehören der heterotrichen Form an.

In der Synopsis Drabarum Scandinaviae [9] von LINDBLOM wurde die von GAUDIN angebahnte Gruppierung der *fladnizensis*-Formen einfach und übersichtlich ausgebaut. LINDBLOM verwarf den Namen *D. fladnizensis* vollständig, ersetzte ihn durch HARTMANs Synonym *D. Wahlenbergii* und unterschied die Varietäten *homotricha (= D. fladnizensis var. genuina* und *var. homotricha)*, *var. heterotricha (= D. fladnizensis var. heterotricha)* und *var. glabrata (= D. fladnizensis var. glaberrima)*.

Diese Lösung LINDBLOMs, die, wenn man von der ungerechtfertigten Zurücksetzung des alten WULFENschen Namens absieht, eine überaus glückliche genannt werden muss, fand den Beifall fast aller nachfolgender Monographen und Floristen. Schon 1842 übernahm LEDEBOUR [10], allerdings mit Hinzufügung einer vierten Varietät *longistyla*, von der ich kein Belegexemplar sah und auch in der Literatur nichts weiter mehr erwähnt fand. Sie soll sternhaarige Blätter und einen Griffel von Drittellänge des Schötchens haben. KOCH [11], der in der ersten Auflage seiner Synopsis noch die 3 oben genannten Arten unterschieden hat, griff in der zweiten Auflage LINDBLOMs

---

1) Fl. helv. IV (1829) p. 253. - 2) "...pilis .. varie furcatis". - 3) Fl. Austr. II (1831) p. 241. - 4) Iconogr. crit. VIII, t. 755. - 5) L. c.VIII,t. 776. - 6) L. c. vol. IV, t. 347. - 7) II, (1832) p. 666. - 8) Mem. soc. nat. Mosc. 1838, p. 87. - 9) Linnaea XIII (1839) p. 324. - 10) Flor. ross. I. - 11) Synopsis, 1. ed. (1837) p. 64 et 2. ed. (1846) p. 74.

D. Wahlenbergii auf und unter dem Einfluss KOCHs die meisten mitteleuropäischen Floristen, so in neuester Zeit noch SCHINZ und KELLER [1], allerdings mit Hinweglassung der kahlen Form, die sie mit *D. siliquosa var. Hoppeana* vereinigen.

Allmählig kam der alte Name der Pflanze wieder zu seinem Recht. BALL [2] und STÜR [3] waren die ersten seit LINDBLOMs Abhandlung, die ihn wieder ans Licht brachten. Neuestens hat man vereinzelte Versuche gemacht, *D. fladnizensis* (im Umfange der *D. Wahlenbergii Lindbl.*) wieder in Bestandteile zu zerlegen [4]. Im allgemeinen aber steht man jetzt so ziemlich auf dem Standpunkte LINDBLOMs. Auch ich habe mir diesen zu eigen gemacht, weil ich nach eingehender Prüfung des mir zur Verfügung stehenden Materials zur Überzeugung gelangte, dass zwischen den in Betracht kommenden Formen kontinuierliche Übergänge bestehen in Gestalt zahlreicher Zwischenformen, die bestimmt nicht alle hybriden Ursprungs sind. Wenn aber zwei Arten, deren geographische Areale sich decken, durch nichthybride Zwischenformen verbunden sind, dann sind sie eben in Wirklichkeit nur Varietäten ein und derselben Art. Denn nach WETTSTEIN [5] sind Arten desselben Verbreitungsgebietes nicht durch nichthybride Übergänge verbunden. Deshalb mussten die Arten *D. lapponica DC.* und *D. laevigata Hoppe* eingezogen werden.

DRABA DORNERI Heuffel. - Radix lignescens, fusca. Rhizoma multiceps, multos ramos large caesitosos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Folia rosularum 7 mm longa, 1,5 - 2 mm lata, lingulata vel obtuso-lanceolata vel sublinearia, basin versus in petiolum brevem angustata, margine pilis simplicibus, furcatis, stellatis ciliata, superficie glabra. Scapus ad 8 cm altus, aphyllus vel 1 - 2-foliatus, glaber. Folia caulina 6 mm longa, 1,5 - 2 mm lata, anguste lanceolata v. linearia, obtusa, sessilia, glabra vel margine sparse pilis simplicibus, furcatis, stellatis ciliata. Racemus florifer dense corymbosus, in statu fructifero subelongatus. Pedicelli ad 7 mm longi, siliculas longitudine subaequantes, glaberrimi. Flores albi, parvi. Sepala 1 mm, petala 2,5 - 3 mm longa. Siliculae 6 mm longae, 2,5 mm latae, ovatae, utrinque rotundatae, glaberrimae. Stylus semper manifestus, latitudine sua duplo longior. Semina pauca utroque in loculo.

Synonyma: *D. Dorneri Heuffel*, Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien VIII (1858) p. 59 et in Ö. b. Z. VIII (1858) p. 25; STUR in Ö. b. Z. XI (1861) p. 188; NEILREICH, Nachträge zu MALY (1861) p. 243; SCHUR in Ö. b. Z. XI (1861) p. 292; et Enum. plant. Transs. (1866) p. 65; JANKA, Crucif. silic. fl. eur. (1883) p. 108. - *D. lactea var. stylosa Griseb. et Schenk*, Iter hung. (1852) p. 310. - *D. lactea var. glabrescens Neilr.* in Ö. b. Z. IX (1859) p. 93 pro parte. - *D. lactea var. Dorneri Nyman*, Consp. (1878) p. 53. - *D. stylosa Simonk.* in sched.; JAVORKA in Botan. Közl. 1810, p. (58).

Icon: STUR in Ö. b. Z. IX, (1861) t. 3.

Area geographica: In regione alpina et subalpina montis Retyezat in Comitatu Hunyad Transsilvaniae.

Specimina visa: Retjeszath Transs. (ROCHEL 1836 als *D. stellata* WU hb. KECK); auf Felsen in der Mughus-Region unter der Alpe Retyezat in Siebenbürgen (HEUFFEL als *D. stellata* M); in rupibus sub alpe Retyezat in comitatu Hunyad (HEUFFEL 1853 als *D. lapponica*, DC); auf Felsen der Hochalpen im Banat (HEUFFEL, 1 Stück unter 4 Stücken *D. siliquosa* Ko); in fissuris rupium sub alpe Retyezat in Trassilvania (VUHETICH WH); in rupestribus schistosis Pischorn Kolczului sub alpe Retyezat ad pagum Szuszeny (BORBAS WU hb. KERNER, A).

Draba Dorneri ist eine endemische Pflanze Siebenbürgens und eine der lokalsten Species unter den Leucodraben, da sie bisher nur auf dem Retyezat in den transsilvanischen Alpen gefunden wurde. SCHURs [6] Angabe eines Vorkommens auf der Keprereasze entbehrt der Belege.

D. Dorneri ist der *D. fladnizensis Wulf.* sehr ähnlich, namentlich glabreszierenden Formen der *var. heterotricha*, unterscheidet sich aber durch die etwas grös-

---

1) Fl. d. Schweiz II (1905) p. 92. - 2) Bull. Soc. bot. Fr. VII (1860) p. 230. - 3) Ö. b. Z. XI (1861) p. 117. - 4) Exkursionsfl. Österr. (1897) p. 248; HUTER in Ö. b. Z. LIV (1904) p. 188; DÖRFLER in KERNERs Schedae VI (1893) p. 16. - 5) Grundzüge d. geogr. morph. Meth. d. Pflanzensyst. (1898) p. 33. - 6) Ö. b. Z. 1861 p. 293. - In der Enumeratio (1866) kommt dieser Standort nicht mehr vor.

seren Schötchen und vor allem durch den deutlichen, wenn auch kurzen Griffel, ein sehr konstantes Merkmal, das hier geradezu als spezifischer Artcharakter angesprochen werden muss.

Die ausserordentlich grosse Ähnlichkeit mit *D. fladnizensis* einerseits, die Konstanz der nur ganz minimalen Differenzen andererseits legen den Gedanken nahe, dass es sich um eine zur Art gewordene geographisch abgesonderte Form der *D. fladnizensis* handelt, zumal letztere nach PAX [1] im Burzenländer Gebirge ihre Westgrenze findet und am Retyezat fehlt, hier also durch die nahverwandte *D. Dorneri* vertreten wird.

Der Name *D. Dorneri* wurde von HEUFFEL zum ersten male 1835 im Herbar gebraucht [2]. Inzwischen gab er aber wieder Exemplare unter den verschiedensten Namen (*D. stellata, D. lapponica, D. Johannis* etc.) aus. Erst 1858 entschloss er sich zur Aufstellung einer eigenen Art.

Einiger Worte bedarf das von HEUFFEL zu seiner *D. Dorneri* gezogene Synonym *D. stellata Baumg.* In seiner Enumeratio beschrieb BAUMGARTEN [3] *D. stellata Jacq.* als gelbblühende, behaartstielige Art mit kurzem Griffel von mehreren Standorten Siebenbürgens. Da die echte *D. stellata Jacq.* in Siebenbürgen nicht vorkommt, und da BAUMGARTENs Beschreibung auch gar nicht auf sie passt, ist die Deutung dieses Namens nicht leicht. Jedenfalls ist BAUMGARTENs *D. stellata* aus mehreren Arten zusammengesetzt. Aus dem Vorhandensein eines deutlichen Griffels und aus dem Umstande, dass unter den Standorten auch der Retyezat genannt ist, schloss HEUFFEL, dass eine ihrer Komponenten seine *D. Dorneri* sei. Ich bin nicht dieser Ansicht, sondern glaube vielmehr, die Pflanze vom Retyezat, die BAUMGARTEN für *D. stellata* hielt, eher mit *D. Simonkaiana* identifizieren zu dürfen, die JAVORKA [4] 1910 vom Pareng als neu beschrieb und die schon 1880 von LOJKA [5] auch am Retyezat gefunden wurde. Auf *D. Simonkaiana Jav.* passt die Beschreibung BAUMGARTENs viel besser als auf *D. Dorneri Heuff.*, wenn man von der gelben Blüte absieht, die an getrockneten Exemplaren aller Leucodraben nicht selten sekundär in Erscheinung tritt.

DRABA SILIQUOSA M.B. - Radix pallida vel atrofusca, tenuis, elongata. Rhizoma pluriceps, paucos caudiculos caespitosos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Folia rosularum 12 mm longa, 2 mm in maximo lata, obtuso-lanceolata, basin versus in petiolum brevem angustata, integerrima vel dentibus perpaucis praedita, superficie vel margine tantum pilis irramoso-stellatis subdense obsita, ad foliorum basin saepe margine pilis simplicibus ciliata, raro folia omnino glabra. Scapus 1 - 4-foliatus, 3 - 20 cm altus, in inferiore parte sparse pilis stellatis obsitus, raro glaber, rarius in toto pilosus. Folia caulina 8 mm longa, ad 3 mm in maximo lata, lanceolata vel obovata, ad basin rotundata, sessilia, apice acutiuscula, integra vel subdenticulata, superficie vel margine tantum stellato-pilosa vel glaberrima. Racemus florifer dense corymbosus, fructifer valde elongatus. Pedicelli ad 7 mm longi, siliculis breviores vel eas longitudine subaequantes, glaberrimi, patentes. Flores albi, parvi. Sepala 1 mm longa, oblonga, glabra vel pilis simplicibus sparse praedita. Petala 1,5 mm longa, subemarginata. Siliculae 4-10 mm longae, 1 - 1,5 mm latae, lineari-lanceolatae, latitudine sua multo longiores, erectae, saepe paullo semilunariter incurvatae, glaberrimae, rarissime simpliciter pilosae. Stylus nullus vel perbrevis. Semina numerosa (utroque in loculo plus quam 10).

Var. genuina: Rosularum foliis superficie stellato-pilosis, margine pilis simplicibus et stellatis vel stellatis tantum ciliatis; scapo 1 - 4-folio, superne glabro, ad basin sparse piloso, rarius omnino glaberrimo, irramoso vel furcato; siliculis 7 - 10 mm longis.

Synonyma: *D. hirta All.* (non L.) Fl. Pedemont. I (1785) p. 244 pro parte, excl. syn. omn.; GAUDIN, Fl. helv. IV (1829) p. 253, excl. syn.; HEUFFEL, Exsicc. (1831) - *D. hirta var. C Vill.* Hist. Dauph. III.1. 61789) p. 283. - *D. nivalis Willd.* (non LILJEBLAD) Spec. pl. III.1. (1801) p. 427 excl. syn.; GAUDIN, Fl. helv. IV

---

1) PAX in Jahrb. Schles. Ges. 1903, p. 22. - 2) Vergl. STUR in Ö. b. Z. XI (1861) p. 188. - 3) Enum. stirp. transs. II (1816) p. 231. - 4) Bot. Közl. 1910, p. 281 und (57). - 5) nach JAVORKA, Bot. Közl. 1918, p. 54 und (23).

(1829) p. 256 excl. syn. *D. nivalis DC.*; BERTOLONI, Fl. ital. VI (1844) p. 471, excl. syn. *D. nivalis DC.*, *D. Johannis Host, Sturm.* - *D. cenisia Vill.* exsicc. te. WILLDENOW l. c. - *D. siliquosa M.B.* Fl. taur.-caucas. II (1808) p. 94 et Suppl. (1819) p. 428; De CANDOLLE, Syst. nat. II (1821) p. 347; Prodr. I (1824) p. 170; SPRENGEL, Syt. veg. II (1825) p. 875; LEDEBOUR, Fl. ross. I (1842) p. 151; BOISSIER, Fl. or. I (1867) p. 301, excl. syn. *D. rupestris R. Br.*, *D. scandinavica Limdbl.*; SOMMIER et LEVIER in Act- hort. Petrop. XVI (1900) p. 54; BUSCH, Trudy Tiflissk. botan. Sada IX (1909) p. 412. - *D. carinthiaca Hoppe* ap. KOCH in Flora VI (1823) p. 437, excl. syn. *D. nivalis DC.* et ap. STURM, Deutschl. Fl. Heft 65 (1832); BLUFF et FINGERHUTH, Com. fl. germ. II (1825) p. 86; REICHENBACH, Fl. g. excurs. II (1832) p. 666; KITTEL, Taschenb. 2. ed. (1844) p. 874; NYMAN, Sylloge (1855) p. 199, excl. syn. *D. Johannis Host, D. androsacea Baumg.*,et Consp. (1878) p. 53 excl. syn. *D. nivalis DC., D. Traunsteineri Hoppe*, pro parte; STUR in Ö. b. Z. IX (1861) p. 192, excl. syn. *D. Johannis Host, D. nivalis DC.*; DALLA TORRE, Anl. (1882) p. 179; JANKA, Crucif. silicul. eur. (1883) p. 108; BURNAT, Fl. d. alp. m. I (1891) p. 118, excl. syn. *D. Johannis Host, D. nivalis DC.*; FRITSCH, Exkrsionsf. Österr. (1897) p. 248 pro parte; SCHINZ et KELLER, Fl. d. Schweiz I (1905) p. 226; ROUY et FOUCAUD, Fl. d. Fr. II (1895) p. 214 ecl. syn. *D. Johannis Host, D. nivalis DC.*; HAYEK, Fl. Steierm. I (1909) p. 514, excl. syn. *D. Johannis Host*; DALLA TORRE et SARNTHEIM, Fl. v. Tirol VI.2. (1909) p. 380; HERMANN, Fl. v. Deutschl. u. Fennoskand. (1912) p. 229; VOLLMANN, Fl. v. Bayern (1914) p. 314; THELLUNG ap. HEGI, Ill. Fl. Mitteleur. IV.39 (1919) p. 384, excl. var., excl. syn. *D. Johannis Host, D. nivalis DC.* - *D. carinthiaca subsp. orientigena Zapatoua* in Bull. acad. Crac. Ser. B. 1912, p. 714 (1913). - *D. muricella Rchb.* Fl. germ. exc. II (1832) p. 666, excl. syn. omn., pro parte quidem, e locis. - *D. Johannis Röhling et Koch* (non HOST), Deutschl. Fl. IV (1833) p. 553 excl. var. *B*, excl. syn. *D. Johannis Hoppe, D. nivalis DC.*; KOCH, Synops. (1837) p. 63, excl. syn. iisdem et Taschenb. (1844) p. 48, excl. var. b; MALY, Fl. stir. (1838) p. 14 pro parte; HEGETSCHWEILER et HEER, Fl. d. Schweiz (1840) p. 630, excl. syn. *D. Johannis Sturm*; HAUSMANN, Fl. v. Tirol I (1851) p. 76 excl. var. b, syn. *D. nivalis DC.*; HEUFFEL in Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien VIII (1858) p. 59; SCHUR, Enum. pl. Transs. (1866) p. 65, excl. *var. glabrata*, excl. syn. *D. nivalis DC.*; PACHER et JABORNEGG, Fl. v. Kärnt. I.3. (1887) p. 135. - *D. lapponica Scheele* in Flora XXVI (1843) p. 323 pro parte, excl. syn. *D. Johannis Host.* - *D. tomentosa var. frigida Gren. et Godr.* Fl. d. Fr. I (1848) p. 123 pro parte. - *D. laevipes Bordère* (non DC) exsicc. - *D. lactea* var. *seminuda Neilr.* in Ö. b. Z. IX (1859) p. 92, pro parte. - *D. stellata Bourgeau* (non Jacq.) exsicc. (1861); HERBICH, Fl. d. Bukow. (1859) p. 358. -*Draba stellata var. β Ball* in Bull. Soc. bot. Fr. VII (1860) p. 229, excl. syn. *D. Johannis Host.* - *D. stellata var. Johannis lusus a. legitim. Regel* in Bull. soc. nat. Mosc. XXXIV (1861) p. 193 excl. syn. *D. Johannis Host, D. nivalis Rchb.* - *D. fladnizensis Parl. et Caruel* (non Wulfen) Fl. ital. IX.3. p. 769 pro parte; GELERT in Bot. Tidsskr. XXI (1898) p. 302 pro parte.

Icones: REICHENBACH, Ic. crit. 8, t. 778 ("*D. nivalis W.*"); Ic. fl. germ. II, t. 13 fig. 4238 ("*D. nivalis W.*"), fig. 4246 ("*D. carinthiaca Hoppe*"); STURM, D. Fl. H. 65 ("*D. carinthiaca Hoppe*"); THELLUNG in HEGI, Ill. Fl. Mitteleur. IV.39 t. 135, f. 7; COSTE, Fl. d. Fr. I, p. 118, f. 282.

Var. Hoppeana (Rchb.): Foliis basalibus et caulinis glabris, margine tantum pilis stellatis, furcatis, interdum simplicibus quoque ciliatis, rarissime tota planta glaberrima.

Synonyma: *D. Hoppii Trachs.* in Flora XIV (1831) p. 741, pro specie; DALLA TORRE et SARNTHEIM, Fl. v. Tirol VI.2. (1909) p. 381, pro hybrida. - *D. Hoppeana Rud.* (non Rchb.) ap. STURM, Deutschl. Fl. H. 65 (1832) pro specie; STUR in Ö. b. Z. XI (1861) p. 190 pro hybrida. - *D. carinthiaca var. glabr. Rouy et Foucaud*, Fl. d. Fr. II (1895) p. 214; SCHINZ et KELLER, Fl. d. Schweiz II (1905) p. 92 pro parte; THELLUNG in HEGI, Ill. Fl. Mitteleur. IV.39 (1919) p. 385. - *D. Johannis var. glabrata Koch* in ROHLING et KOCH, Deutschl. Fl. IV (1833) p. 553; et Synops. (1837) p. 63 et Taschenb. (1844) p. 48; MALY, Enum. pl. Austr. (1848) p. 277; HAUSMANN, Fl. v. Tirol I (1851) p. 76; SCHUR, Enum. pl. Transs. (1866) p. 65. -

var. *glabrescens Neilr.* in Ö. b. Z. IX (1859) p. 93 pro parte. - *D. siliquosa var. subglabra Stev.* ap. RUPRECHT, Fl. Cauc. (1869) p. 118; SOMMIER et LEVIER in Act. hort. Petrop. XVI (1900) p. 54. -*D. siliquosa var. glaberrima Rupr.* Fl. Cauc. (1869) p. 120. - *D. Trachselii Dalla Torre*, Anl. (1882) p. 179.

Icon: STURM, Deutschl. Fl. H. 65 (*D. Hoppeana Rud.*).

Var. Porciusii (Stur): Siliculis pilis brevissimis hispidis; scapo et in superiore parte (quamvis sparse) pilis stellatis obsito vel superne glabro.

Synonymon: *D. carinthiaca var. Porciusii Stur* in Ö. b. Z. XI (1861) p. 192; SIMONKAI, Enum. fl. transs. crit. (1886) p. 94.

Var. brachycarpa Rupr.: Siliculis 3 - 5 mm tantum longis.

Synonyma: *D. siliquosa var, brachycarpa Rupr.* Fl. Caucas. (1869) p. 118; TRAUTVETTER in Act. hort. Petrop. II (1873) p. 499. - *D. siliquosa var. brevisiliqua Busch*, Trudy Tiflissk. botan. Sada IX.5. (1909) p. 413 ff.

Area geographica: In regione subalpina et alpina Pyrenäorum, Alpium, Banatus, Transsilvaniae, Galiciae, Bucovinae, Caucasi, Armeniae, Persiae.

Specimina visa:

Var. genuina: Pyrenäen, Gavanie (BORDERE als *D. tomentosa* WH); Comprieil (BORDERE als *D. laevipes* Bha); Campelong (BORDERE als *D. laevipes* 1856, 1864, 1876 WH) Crête de Campelong (LAGGER als *D. lactea* Kl); vallée d'Eynes (JOUFFROY GU); Pyrenäen (ENDLICHER WH). - W e s t a l p e n: Fentes de rochers au mt. de Bissa près la Col de Tendre (BOURGEAU pl. alpes marit. als *D. stellata* WH); in alpibus Pedemontanis (HUET DE PAVILLON Ko); Val Vermiana Piemont (BALL 1866 M); Fentes des rochers, alpes de Pral (ROSTAN 1836 DC); Htes Alpes, Mt. Aurouse (à la fontaine des près Lapart) près Gap (GARIOD 1864 als *D. nivalis* WU hb. KECK); Cottische u. Graiische Alpen Bg; e delphinatu (BONJEAN 1833 WH); Briancon, htes. alpes, prairies élévées (REVERCHON 1867 Ko); Delphin., Mt. d'Autreel (MALHONNET WH); Mt. l'Autaret Delphinatus (MALHONNET WH); Lauteret (GRENIER 1849 DC); rochers mtis. Cenisii Sabaudia (HUET DE PAVILLON 1854 Bha); Mt. Cenis (HUEGUENIN GJ, hb. KRISTOF). S c h w e i z: Wallis (SCHOTT Bha); Mt. Fouly (THOMAS WH); St. Bernhard (als *D. frigida* 1843 WH); St. Bernhard (SCHIMPER M); Valais, selong d'el Aqueduc au St. Bernard alt. 2470 m (DESEGLISE 1874 WU hb. KECK); Valesia, Zinal, col de Sorebois (BERNOULLI Bg); Gemmi, Zermatt (BION WH); in fissuris rupium calcarearum alpis Gemmi (HAYNALD 1866 Bha); montibus Gemmi et Kiley (GUTHNICK Bha); vallée de Bagne en Valesia (THOMAS WH); Zermatt en Valais (THOMAS WH); Zermatt, Riffelberg 24-2500 m (BORNMÜLLER Bg); Schwarzsee, Zermatt, Valais (SANDER 1863 als *D. Wahlenbergii* WU hb. ULEPITSCH); alpes d'Outre Rhône, Valais, gazons rocailleux alt. 2000 m (FAVRAT BG); Saas en Valais (THOMAS als *D. hirta* WH); vallée de Saas, Valais (REUTER 1842 DC); Distealp, Val Saas, Lämmeralpen ober d. Gemmi (BION WH); Mte. Rosa 9000' (hb. HIRZEL 1847 GU); Valais, fissures de rochers au Guggerhubel 2000 m (OZANON et GILLOT Bg); derrière l'hospice du Simplon, Suisse (FAVRE Bg); Côte du Simplon (FAVRE Bg); in alpe Scheideck (N. J. BUEK als *D. stellata* WH); ad glac. Grindeliae (SPRUNNER 1827 als *D. hirta* WU hb. KECK); Hisisitzen, höchste St. Gallener Alpe, Schneeregion (STEIN WH); in alpibus Rhaeticis (LAGGER WH); Mte. Albula, Rhaetia (REHSTEINER WH); Engadin, Nordrücken des Piz Padella bei Samasen sehr selten, Kalk, ca. 2750 m (HANDEL-MAZETTI 1906 WU). - O b e r i t a l i e n: Monte Braulio (GJ); Braulio, sol calcaire alt. 2415 m (CORNAZ 1886 Fl. de Bormio); e monte Braulio vallis telinae (hb. MANGANOTTI WU); Sta Caterina (BENTHAM M); Bormio, route de Stelvio (CORNAZ Bg); mte. Stelvio (MALY 1838 Bha). - T i r o l: Ortlergebiet (KOLATSCHECK GU); auf trockenen Alpentriften im Vintschgau in Südtirol TAPPEINER WH); Schiacciago Careser, Trentino (SARDAGNA BG); Prefal Schiacciago di Careser, Trentino, Alta Valle di Sole (SARDAGNA 1870 A); Val di Non, Palloni della Denno (GELMI 1880 als *D. Johannis* WU); Alpe Padon in Fassa (FACCHINI als *D. frigida* WH); Padon Fassano e Bellunese (FACCHINI als *D. lapponica* GJ); Monzoni, Fassa (SARDAGNA 1882 als *D. Johannis* WU); Livinalongo, Cordevoletal, Südtirol (POPPERTZ 1843 WH); Kalkalpen in Fiemme und Fassa bei Paneveggio c. 2200 m (EICHENFELD 1891 GJ); Schlern (FENZL 1861 WH, PACHER 1846 WH), Schlehern bei der Kapelle (1246 Kl); Seiseralpe ober der Zahlinger Hütte (FENZL 1861 WH); Alp. circa Brixinam (MESSNER als *D. frigida* Bha); in valle Schwarzenbach, Ahrn 13-1500 m (TREFFER,

Fl. austr.-hung. exs. WH, GU); Kalkschiefer im Schwarzenbach, Luttach (TREFFER 1891, hb. BAENITZ WH); in pascuis montium circa Sand, Ahrntal, 13-1500 m (TREFFER hb. norm. ed. DÖRFLER 1895 WH); Alpentriften bei Tristenstein in Weissenbach 21-2700 m (TREFFER 1898 als *D. Wahlenbergii* WU); Pusteria in valle Rein prope Taufers, in rupestribus (TREFFER 1885 Bha); Rein bei Taufers 1500 m (TREFFER 1879 als *D. Wahlenbergii* Ko); in rupestribus schistaceis alpium in Praegraten 8-9000' (AUSSERSDORFER 1871 WH); in "Dörferalpe" vallis Praegraten Pustariae 8000' solo calcareo et schistaceo mixto (AUSSERSDORFER et BREIDLER 1871 als *D. Johannis* WU); Pusteria, Sexten, in cavis rupium schistacearum alpis Nemes 2200 m (HUTER 1878 GU); Kerschbaumeralpe (SUERMONDT als *D. frigida* GJ); Schleinitzeralpe, Lientz (POPPERTZ 1843 WH); Kals am Grossglockner 8000' (HUTER WH); Kals (HUTER als *D. Wahlenbergii* GJ); Kals, Teuschnitz, böse Weiblein (HUTER 1855 Bha); in valle Tefreggen, ad rupes granit. ad St. Jacob 4400' loco frigido (HUTER 1864 WH); Felsen bei St. Jacob in Tefreggen (HUTER Bha); in pascuis mtis. Riedberg ad Sterzing, loco arenoso 23-2700 m (HUTER als *D. Wahlenbergii* Bha); Anrass am Bockstein im Riesertal 8000' circa (GANDER 1856 DU); Tirolia centralis, in pascuis et locis arenosis montium "Platzerberg" et "Riedberg" supra Gossensass, solo schistaceo-micaceo 2400-2700 m (HUTER 1895 als *D. lapponica* WU); am Hühnerspiel am Brenner ober den südlich abstürzenden Felsen häufig, Schiefer, 2500-2700 m (HANDEL-MAZETTI 1901 WU); Kreutzspitz ober dem Zragerboden am Brenner (KERNER 1868 WU); Westl. Tirol, freudiger Kopf zw. Pfunds (Oberinntal) und Paznaun, Felsen am Osthang des Vorgipfels, Bündnerschiefer, kalkh., 2650 m (HANDEL-MAZETTI 1906 WU); ober dem Fimberhaus gegen den Pellinkopf, Fimbertal im Paznaun, Bündnerschiefer, ca. 2200-2600 m (HANDEL-MAZETTI 1911 WU); Gurgl-Vent, rechte Seitenmoräne des Spiegelferners (GINZBERGER und ZEDERBAUER 1900 WU); Ötztal, Südwestseite der Zwerchwand bei Rofen (KERNER 1867 WU); Stubay-Tal in Tirol, am Gipfel des Hohen Burgstall 2600 m (HANDEL-MAZETTI 1898 WU); Kitzbühler Horn (TRAUNSTEINER 1841 WH); Kitzbühler Horn und gr. Rettenstein (TRAUNSTEINER WH); vom kleinen Rettenstein bei Kitzbühel (UNGER M). - O b e r b a y e r n: Algäu, Fürschüsserkopf, Manganoxyd (SENDTNER 1849 M hb. boic.); Algäu, Krotenspitze, Dolomit (SENDTNER 1849 M hb. boic.); Algäu, vorderer Schroffen an der Mädelergabel, Kalk, 6900' (SENDTNER 1849 als *D. Traunsteineri* M hb. boic.); Algäu, kl. Rappenspitze, Gipfel, Kalkhornstein (SENDTNER M hb. boic.); Algäu, Gipfel d. Mattenkopf, Dolomit (SENDTNER 1852 M hb. boic., WU hb. KECK); Einsenkung zwischen dem gr. u. kl. Steppenkopf im Algäu (HOLLER M); Linkerskopf bei Füssen (SPITZEL als *D. austriaca* WH). - S a l z b u r g: Hirzbachfall bei Zell in Salzburg, 7000' (SAUTER WH); Knappenleiten am Hirzbachberge und Weichselkar (STORCH S); Fusch (SPITZEL Bha); im Zwing am Schwarzbachberg in der Fusch (MIELICHHOFER WH); Fuschertal unter dem Schwarzkopf (SPITZEL M); in den Felsritzen der höchsten Alpen im Weichselbach in der Fusch (MIELICHHOFER WH); auf den höchsten Granitalpen der Fusch und Hl. Blut (HINTERHUBER S); in cacumine Imbachhorn inter Fusch et Kaprun, Pinzgau (CAROLUS AUST, hb. BRAUN 1883 WH); Oberpinzgau (SPITZEL WH); am Malnitzer Tauern im Salzburgischen (RAUSCHER Bg); Gastein (ZWANZIGER Bg); auf dem Gamskarkogel bei Gastein (FREYBERGER ex herb. RAUSCHER 1852 WH); Gamskahrkogel bei Gastein (ZWANZIGER 1857 GU); Teufelwände bei Hofgastein (BREMER 1855 als *D. nivalis* WU hb. KECK); Grossarl (FELICETTI A, SPIP Bg); Schellgaden bei St. Michael im Lungau (KERNER 1892 GU). - K ä r n t e n: Alpen am Grossglockner bei 8000' (BIRNBACHER Bg); ex monte Glockner in Carinthia (SPRUNER 1827 WU hb. KECk); in alpe Pasterze (HOPPE WH, Kl, A, specimen orig. *D. carinthiacae*); Pasterze (DANZER M); Hl. Blut WH; in der Leiter bei hl. Bluth (hb. ZUCCARINI M); Dresnitz bei Dellach im Drautale, sonnige Felsen des Grahorn 7800' (JABORNEGG 1872 Kl); Stellwitzen bei Sagritz in Felsen hart am Ufer der Möll (1847 Kl); Alpen um Sagritz (PACHER Kl); Slogar bei Berg (KOHLMAYR 1869 Kl); Mölltaler Alpen (PACHER Bg); Kapponiger Alm 7500' (PACHER 1875 Kl); Im Faschaun (KOHLMAYR , hb. MALENT. WU); Mallaberger Alm (KOHLMAYR Kl); Malthein(KOHLMAYR Kl); Maltatal (KOHLMAYR Kl); wolliger Albl (PACHER 1874 WU hb. ULEPITSCH); Stern im Kalstale (JABORNEGG Kl); Reicheraner Garten (PACHER WH). - S t e i e r m a r k: Eisenhut (MALY WH); zwischen Winterthal und Eisenhut an Felsen (PACHER GJ); Felsenritzen des Ruprechtseckes bei Krakauhintermühlen solo

gnist. 2303-500 m (FEST 1896 GJ); Kircheck bei Krakaudorf (FEST GJ); An Felswänden der höheren Alpenregion des Hohenwart bei Donnerswaldbach (STROBL 1869 A); Felsen der Seetalpe (HATZI 1845 A); Einsenkung des Kreiskogels (HATZI 1841 A); Hochfeld (HATZI 1844 A); Seetaleralpen ad Judenburg, Kreiskogel 2000 m solo schistos. (PRZBYLSKI 1889 GJ); Seetalalpe unter dem Kreuzkogel, Kalkfelsen, am Sirbitzkogel bei Judenburg G. Sch. 6-7000' (STROBL 1875 A); Stubalpe, auf Kalkfelsen auf dem Gipfel des Wölkerkogels bei 1700-1707 m (KUBART et WIDDER 1914 GU). - S i e b e n b ü r g e n: in alpibus Rodnensibus alt. 6800-7000' (CZETZ WH); im Gebirge Lova, an der Stelle "la porta" genannt, auf Urkalkfelsen, Alt Rodna (PORCIUS 1882 Ko); A Szent Györgyi Havasalrot, Rodna (CZETZ 1864 Ko); Rodna (SZETZ 1875 DC); Comitat Marmaros, in rupium fissuris intra Farko et Mihailek supra pagum Haasmezö (JAVARKA Ghu); Com. Nesztercze-Naszod, in saxosis montis Galazin ad Rodnam alt. 2000 m (DEGEN, pl. Hung. exs. als *D. Kotschyi* Bhu); Körösmesö, Alpe Beiz sucze u. Pietros (Vagner Bhu); in alpibus Barcensibus (HEUFFEL WH). - B a n a t: In rupibus alpium Banatus (HEUFFEL 1853 DC); in rupibus alpis Szarko Banatus (HEUFFEL 1831 als *D. hirta* WH); auf Felsen der Alpe Szarko im Banat (HEUFFEL Ko) - K a u k a s u s: Caucasus (Acad. Petrop. M); Kurusch (BECKER Ko); Manisson völgy (LOJKA Bg); Kosch Jsmael, Asan Gletscher (LOJKA Bg). - A r m e n i e n: Armenia turcica, Szandschak Gümischkhane, Ciganadagh in pascuis alpinis (SINTENIS it. orient. 1894 det. HAUSSKNECHT WU). - P e r s i e n: Persia borealis (KOTSCHY Bha); Persia borealis, Demawend, in excelsis montis c. 38-3900 m (BORNMÜLLER 1902 WU).

Var. Hoppeana (Rchb.). - T i r o l: Val di Non, Palloni della Denno (GELMI 1880 als *D. Johannis var. glabrata* WU); Padon, Fassa (SARDAGNA 1882 als *D. Wahlenbergii var. heterotrich*WU); Schleern bei Botzen (LEYBOLD WH); Kalkschiefer b. Tristenstein in Weissenbach 2-2700 m (TREFFER 1897 als *D. Wahlenbergii* GU); Luttach auf Kalkschiefer in Rein (TREFFER 1897 Ko); in "Dörferalpe" vallis Praegraten Pustariae 8000' solo et calcareo et schistoso mixto (AUSSERSDORFER et BREIDLER 1871 als *D. Johannis* WU); Wildseespitz im Pfitschthale (KERNER 1868 WU hb. KERNER); Kalsam Grossglockner, höchste Höhen (HUTER WH). - K ä r n t e n: Rudenalpe bei Sagritz in der Nähe der Ochsenhütte (PACHER Kl); Mölltal, Alpen (1871 als *D. Wahlenbergii* GJ); Mölltal, Kapponigeralpe bei Obervellach 7000' (PACHER 1895 Kl); Kapponiger Alm, Sattel und Zuguthspitz (1875 Kl); Alpen bei St. Peter im Katschtale (PACHER Bg); Wolfsbachalpe i. Katscht. (PACHER 1831 Kl). - K r a i n: Radschach in Krain (PACHER 1831 Kl). - K a u k a s u s: Inkwarigele - In Koangele (DECHY Bg); Anatonigele (DECHY Bg); Kalatonigele (DECHY Bg).

Var. Porciusii (Stur). - Rodna A Korongyis Szillain van ar Ünölo lab an a Kretsur (CZETZ Ko), vom Corongisiu bei Rodna (PORCIUS Ko)..

Var. brachycarpa Rupr. - Specimina non vidi.

Draba siliquosa var. genuia ist unter allen alpinen Lecodraben wohl die am meisten verwechselte, sowohl in der Literatur als auch in den Herbarien. Und doch ist sie bei weitem einheitlicher gestaltet als beispielsweise die ausserordentlich polymorphe *D. fladnizensis*, speziell deren heterotriche Varietät, von der sie höchst wahrscheinlich abstammt und deren hochwüchsige Formen ihr auch habituell am nächsten stehen. Ihr gegenüber zeichnet sich *D. siliquosa*, wie ich schon bei Besprechung der *D. fladnizensis* erwähnte, durch den eigentümlichen Bau der langgestreckten Fruchttraube aus, indem nämlich die der Axe parallel gerichteten Schötchen mit den schief seitwärts stehenden Fruchtstielen einen stumpfen Winkel bilden, ferner vor allem durch jenes Merkmal, das *D. siliquosa* (mit *D. nivalis Lilj.* und *D. Huteri Porta*) auch vor den andern Leucodraben auszeichnet, nämlich die schmale, lineallanzettliche Gestalt der vielsamigen Schötchen. Diese sind meist etwas zugespitzt und oft schwach halbmondförmig gekrümmt, derart, dass die konvexe Seite von der Axe abgekehrt ist. Nicht massgebend ist hingegen die Behaarung der Stengelbasis, die den älteren Autoren als sicherstes Kriterium für die Echtheit ihrer "*D. carinthiaca*" galt. Denn einerseits tauchen, wiewohl selten, von der heterotrichen *D. fladnizensis* Exemplare mit einigen Sternhaaren am Stengelgrunde auf, andererseits trifft man vereinzelt kahlstengelige Stücke der *D. sili-*

1) Vergl. die von HUTER für die :Flora austr.-hung. exsicc. gelieferten Stücke!

quosa, namentlich wenn sie im Herbst gesammelt werden. Solche Exemplare gaben z. B. die Schweizer Sammler in der 1. Hälfte des vorigen Jahrhunderts als *D. nivalis Liljebl.* aus, wobei sie wahrscheinlich auf WILLDENOWs [1] falsche Diagnose zurückgingen. Diese kahlstengelige Form lässt sich aber nicht einmal als Varietät von der gewöhnlichen unterscheiden, denn ich sah mehrmals an ein und demselben Stück den Stengel der einen Rosette ganz kahl, den der benachbarten Rosette an der Basis behaart.

Ebenso wenig sind die Grössenunterschiede und habituellen Verschiedenheiten der einzelnen Exemplare von *D. siliquosa* so konstant, dass sie sich als Varietäten festhalten liessen. Man hat sich im vorigen Jahrhundert daran gewöhnt, die niedrigere, gedrungenere Form als *D. carinthiaca Hoppe* der *D. Johannis Host* als der hohen, lockeren Form gegenüberzustellen [2], man hat wohl auch eine eigene Varietät *minor* unterschieden [3], allein mit Unrecht. Ebenso belanglos scheint mir die von BUSCH [4] aufgestellte Varietät *ciliata*, bei der die Blätter ausser Sternhaaren auch einfache Haare tragen, eine Eigentümlichkeit, die auch bei einigen andern Leucodraben auftritt. Es ist aber in dieser Hinsicht absolut keine Beständigkeit vorhanden, sondern es verhalten sich nicht nur verschiedene Rosetten eines Stockes, sondern sogar die Blätter ein und derselben Rosette verschieden.

Eher könnte man wohl diejenigen Formen als besondere Abarten beschreiben, die in Anpassung an eine bestimmte geologische Unterlage entstanden sind. Solche Abweichungen hat STUR [5] speziell an *D. siliquosa* beobachtet. Er schreibt:

"Die *Draba carinthiaca Hoppe* auf Kalkglimmerschiefer ist höchstens 2'' hoch, stark holzig, der Stengel braun gefärbt, so wie sie STURM abbildete; tritt sie aber auf den Chloritschiefer über, so wird sie schwach, bis 1' hoch, mit grünem, dünnem, weichem Stengel".

Man sieht daraus, wie veränderlich auch bei dieser Art der Habitus ist. Im allgemeinen kann man wohl sagen, dass sie unter allen Leucodraben der Alpen am höchsten wird, dass sie unter günstigen Bedingungen zur Verzweigung und, besonders in der Kultur, zu reichlicher Beblätterung des Stengel und Auflockerung der Rosetten neigt, wodurch sie sich habituell den Arten der Sect. *Holarges* nähert.

Hinsichtlich der geographischen Verbreitung ist zu bemerken, dass *D. siliquosa* im Norden, in Sibirien und Zentralasien vollständig fehlt. Nach LEDEBOUR [6] soll sie im arktischen Rusland vorkommen; doch dürfte diese Angabe auf Verwechselung mit *D. fladnizensis var. heterotricha* zurückzuführen sein, da auch die Beschreibung nicht ganz stimmt. Dasselbe gilt für die von REGEL und TILING [7] an der sibirischen Ostküste gefundene angebliche *D. Johannis*. Dagegen gehört die von TILING um Ajan gesammelte und für *D. siliquosa* gehaltene Pflanze [8] wahrscheinlich in die Verwandtschaft der *D. rupestris R. Br.*

Über ihre Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung des Bodens waren die Meinungen der Autoren geteilt. Während sie STROBL [9] unter die Urgesteinspflanzen zählt, zieht sie nach STUR [10] und THELLUNG [11] einen kalkreichen Boden vor. Ich habe zahlreiche Herbarexemplare von den verschiedensten geologischen Unterlagen gesehen und bin zur Überzeugung gelangt, dass *D. siliquosa* an keine bestimmte Gesteinsart gebunden ist.

Was die Höhenverbreitung anbelangt, so muss hervorgehoben werden, dass *D. siliquosa* in Höhen über 3000 m in den Alpen nicht mehr so häufig angetroffen wird wie *D. fladnizensis*, doch hat sie HEER [12] am Ewigenschnee in den Berner Alpen noch in einer Höhe von 10460' gefunden. Die untere Grenze liegt ebenfalls viel niedriger als bei *D. fladnizensis*. Der tiefste mir bekannt gewordene Stand-ort in

---

1) Spec. pl. III.1. p. 427. - 2) KOCH in RÖHLING, Deutschl. Flora 4. p. 664 et Synops. p. 63; DALLA TORRE, Anleitg. p. 179. - 3) MALY, Enum. pl. Austr. (1848) p. 277; LOJKA in schedis. - 4) Fl Cauc. crit. Crucif. (1909) p. 416. - 5) Beitr. z. Kenntn. d. Fl. Lungaus in Ö. b. Wochenbl. V (1855) p. 92. - 6) Fl. ross. I, p. 50 sub *D. Johannis*. - 7) Florula Ajanensis (1858) p. 48. - 8) REGEL et TILING, l. c. p. 54. - 9) Ö. b. Z. XXI (1871) p. 206. - 10) Ö. b. Z. XI (1861) p. 219. - 11) ap. HEGI, Ill. Fl. Mitteleur. IV.39 (1919) p. 374. - 12) Über die nivale Flora der Schweiz, Basel 1884.

den Alpen liegt 1100 m hoch [1]. Im Kaukasus hingegen rückt die obere Grenze viel höher hinauf. RADDE [2] fand die Pflanze bei 3780 m im Bereich der Schneelinie u. noch höher, BUSCH [3] bis 12000 Fuss. Sie steigt aber anderseits bis auf 2500 ' herunter [4].

Draba siliquosa var. Hoppeana, die ebenfalls steten Verwechselungen ausgesetzt war, unterscheidet sich von der genuinen Form nur duch die Kahlheit der Blattflächen. Die Behaarung ist auf die Blattränder beschränkt und kann entweder nur aus Sternhaaren bestehen wie in der Abbildung STURMs, oder mit einfachen Haaren, besonders am Blattgrund, untermischt sein. Auf keinen Fall ergibt sich da irgend ein Unterschied gegenüber *D. fladnizensis var. heterotricha*, etwa derart, dass *D. siliquosa var. Hoppeana* bloss Sternhaare, *D. fladnizensis var. heterotricha* solche mit einfachen Haaren gemischt am Blattrand trage, wie dies KOCH [5] annimmt. Vielmehr ergibt sich die Trennung von *D. fladnizensis var. heterotricha* in derselben Weise wie bei der genuinen Form durch die Gestalt der Schötchen, durch die Zahl der Samen, durch den Bau der Fruchttraube.

D. siliquosa var. Hoppeana ist viel seltener als *var. genuina*, in deren Verbreitungsgebiet sie da und dort eingestreut vorkommt. Nur in Siebenbürgen soll sie nach dem Zeugnisse STURs [6] viel häufiger sein als *var. genuina*. Schon deshalb und auch wegen der grossen Seltenheit der *D. fladnizensis* in Siebenbürgen ist es in höchstem Grade unwahrscheinlich, dass *D. siliquosa var. Hoppeana* einen Bastard zwischen der genuinen *D. siliquosa* und *D. fladnizensis* darstelle, wie STUR behauptet. Dieser in den Alpen an mehreren Orten beobachtete Bastard (*D. Kerneri Suter*) hat meist ganz kleine, leere Schötchen und mischkörnigen Pollen. Bei *D. siliquosa var. Hoppeana* ist dies nicht der Fall.

Auch im Kaukasus ist sie anscheinend nicht selten, denn schon MARSCHALL v. BIEBERSTEIN [7] nimmt in der Originaldiagnose der *D. siliquosa* auf die glabrescierende Form Rücksicht. Im Kaukasus ist auch, wiewohl sehr selten, eine ganz kahle Abart der *D. siliquosa* gefunden worden [8]. In den Alpen war dies meines Wissens bis jetzt noch nicht der Fall.

D. siliquosa var. Porciusii, von PORCIUS am Corongisiu bei Rodna in Nord-Siebenbürgen auf Kalk entdeckt, und von STUR [9] nach dem Entdecker benannt, zeichnet sich aus durch die ganz kurz und fein, aber dicht borstigen Schötchen. Der obere Teil des Stengel kann zerstreut sternhaarig oder auch ganz kahl sein. Von *D. Kotschyi* unterscheidet sie sich durch das Überwiegen oder sogar ausschliessliche Vorkommen der Sternhaare, während bei jener die Sternhaare gegenüber den einfachen zurücktreten, ferner durch die Gestalt und die viel dichtere und kürzere Bewimperung der Früchte, von *D. tomentosa* durch den Verzweigungsmodus der Sternhaare, durch die kleineren Blüten und die Gestalt der Schötchen, ebenso von *D. dubia var. ciliata*. Soweit mir bekannt, ist *D. siliquosa var. Porciusii* ausserhalb des Gebietes, wo sie entdeckt wurde, nicht gefunden worden.

Die *Var. brachycarpa*, von RUPRECHT [10], BUSCH [11] im Kaukasus, von RADDE [12] schon früher in Armenien aufgefunden, ist meines Wissens aus Europa bis jetzt nicht bekannt geworden. Sie soll sich durch besonders kurze (3 - 5 mm lange) Schötchen auszeichnen. Leider sah ich weder ein Herbarexemplar noch eine Abbildung aus der Hand der genannten Autoren. Ich bemerke daher nur, dass auch an Exemplaren aus den Alpen die Schötchenlänge ziemlich variabel ist, dass mir aber Schötchen von nur 3 oder 4 mm Länge niemals untergekommen sind, es sei denn, in unentwickeltem oder fehlgeschlagenem Zustande.

Im Systema nat. 10. ed. (1759) und später in den Spec. pl. 2. ed. (1763) be-

---

1) FURRER et LONGA, Beih. z. bot. Centralbl. XXII.2. (1907) p. 287: St. Bartolomeo 1100 m (Cornaz). - 2) Peterm. geogr. Mitt. XXXV (1889) p. 96. - 3) Fl. Cauc. crit. Crucif. (1909) p. 413. - 4) BUSCH, l. c. - 5) RÖHLING und KOCH, Deutschl. Flora IV (1833) p. 554. - 6) Ö. b. Z. XI (1861) p. 191, 218. - 7) Fl. taur. cauc. II, p. 94: " ...folia .. undique villosula .. interdum .. subglabra ..". - 8) RUPRECHT, Fl. cauc. (1869) p. 120; BUSCH, Fl. cauc. crit. (1909) 419. - 9) Ö. b. Z. XI (1861) p. 192. - 10) Fl. cauc. (1869) p. 118. - 11) Fl. cauc. crit. (1909) p. 413. - 12) ap. TRAUTVETTER, Enum. pl. Arm. ross. in Act. hort. Petrop. II (1873) p. 499.

schrieb LINNE eine angeblich im Norden [1] vorkommende *Draba*-Art als *D. hirta*. Die irrtümliche Zitierung von BAUHINs [2] *Bursa pastoris alpina hirsuta* (= *D. dubia Sut.*) und in Mant. II. p. 424 ausserdem von JACQUINs *D. stellata* als Synonyme bewog die zeitgenössischen Alpenbotaniker zur Aufsuchung der *D. hirta L.* in ihrem Gebiete. Da die sehr dürftige Diagnose beinahe auf alle alpinen Leucodraben mit Ausnahme der *D. fladnizensis* passt, so war der Name *D. hirta L.* in der Tat bald der Sammelbegriff für sämtliche Draben der *tomentosa*-Reihe und dazu noch der *D. siliquosa*; so bei ALLIONI [3], so auch bei VILLARS [4]. Letzterer gliederte jedoch seine *D. hirta* bereits in Varietäten, deren eine (C) unzweifelhaft *D. siliquosa* ist. In seiner in einer Anmerkung ausgesprochenen Ansicht, dass diese Varietät vielleicht als eigene Art aufzufassen sei, scheint er später bestärkt worden zu sein, denn er sandte die Pflanze unter dem Namen *D. cenisia* an WILLDENOW. Dieser hingegen glaubte in ihr *D. nivalis Liljebl.* zu erkennen, ein Irrtum, der nur dadurch erklärt werden kann, dass WILLDENOW wohl hier allein nach der mangelhaften Diagnose geurteilt und ein Originalexemplar von LILJEBALDs *D. nivalis* nicht gesehen hat. Letztere ist infolge ihrer eigentümlichen Behaarungsweise vielleicht die am schärfsten charakterisierte unter allen Leucodraben und kaum mit anderen zu verwechseln.

WILLDENOWs Irrtum wirkte noch lange nach, indem nämlich GAUDIN [5], BERTOLINI [6] u. A. seinen Beispiel folgten. Namentlich GAUDINs Einfluss ist es zuzuschreiben, wenn unter den Schweizer Exsiccaten so viele Exemplare von "*D. nivalis Liljebl.*" zu finden sind, die natürlich alle *D. siliquosa M.B.* heissen müssen. Auch auf die Deutschen Botaniker scheint GAUDINs *D. nivalis* einigen Eindruck gemacht zu haben. In dem mir zur Verfügung stehenden Material fand ich öfters Exemplare der *D. siliquosa*, die von REICHENBACH unter ausdrücklicher Berufung auf GAUDIN als "*D. Liljebladii Hartm.*" (= *D. nivalis Liljebl.*) bestimmt waren. REICHENBACH bildete auch in den Icon. fl. germ. [7] *D. nivalis Willd.* neben *D. carinthiaca Hoppe* (= *D. siliquosa M.B.*) ab und unterschied sie nur dadurch, dass bei *D. carinthiaca* die Grundblätter auch einfach gewimpert sind, bei *D. nivalis* aber nicht. GAUDIN beschrieb übrigens ausser *D. nivalis* auch noch die alte *D. hirta L.* als in der Schweiz einheimisch. Sie ist vollkommen mit seiner *D. nivalis* identisch.

Inzwischen hatte MARSCHALL v. BIEBERSTEIN [8] die Pflanze im Kaukasus entdeckt und als *D. siliquosa* beschrieben, allein trotz der ganz guten Diagnose und Beschreibung dachte in den Alpen niemand daran, sie mit WILLDENOWs *D. nivalis* zu identifizieren. Nachdem vielmehr der Irrtum WILLDENOWs offenbar geworden war, stellte HOPPE [9] eine neue Art unter dem Namen *D. carinthiaca* auf. Doch kaum hatte sich dieser Name etwas eingebürgert, da wurde er plötzlich fast vollständig verdrängt durch das ganz ungerechtfertigte Synonym *D. Johannis*. Und das kam so:

ZAHLBRUCKNER fand, als er Erzherzog JOHANN bei der Besteigung des Hohenwarts in Obersteiermark begleitete, eine ihm unbekannte *Draba*, die er in seinem Herbar zu Ehren seines hohen Gönners *D. Johanniana* nannte [10]. HOST [11] beschrieb sie nach einem ihm übergebenen Exemplar 1831 als *D. Johannis*. Sowohl HOSTs Originalexemplare im Wiener Hofmuseum als auch seine Beschreibung [12] in der "Flora austriaca" lassen keinen Zweifel obwalten, dass sie mit JACQUINs *D. stellata* identisch ist. Dass sie von HOST nicht als solche erkannt wurde, nimmt nicht wunder, wenn man seine Diagnose und Beschreibung der *D. stellata* liest. Sie deckt sich vollständig mit der WILLDENOWs und De CANDOLLEs, die wieder ihrerseits mit JACQUINs Pflanze nichts als den Namen gemein hat. Zwei Jahre nach dem Erscheinen von HOSTs Flora austriaca beschrieb KOCH [13] unter dem Namen *D. Johannis Host* die *D. siliquosa M.B.*, und zwar unter bewusster Zurücksetzung des von ihm selbst zuerst [14] veröffentlichten Namens *D. ca-*

---

1) EKMAN hat mit grosser Wahrscheinlichkeit nachgewiesen, dass LINNEs *D. hirta* in Skandinavien gar nicht vorkommt, sondern mit TURCZANINOWs *D. gelida* identisch sei (Sv. V. Ak. Handl. LVII.3. (1917) p. 13). - 2) Prodr. p. 51. - 3) Fl. pedemont. I, (1785) p. 244. - 4) Hist. pl. Dauph. III.1. (1789) p. 283. - 5) Fl. helv. IV (1829) p. 256. - 6) Fl. it. VI (1844) p. 471. - 7) II, t. 13 f. 4238 und 4246. - 8) Fl. taur.-cauc. II (1908) p. 94. - 9) ap. KOCH in Flora VI (1823) p. 437. - 10) Nach SCHINER in Verh. Zool.-Bot. Ver. Wien VIII (1858) p. 156. - 11) Fl. austr. II (1831) p. 240. - 12) ...silicula ovata, stylo brevi terminata. - 13) RÖHLING und KOCH, D. Fl. IV (1833) p. 553. - 14) in Flora VI (1823) p. 437. -

rinthiaca Hoppe. Ihm als dem anerkannten Führer der deutschen Botaniker taten es die meisten zeitgenössischen, aber auch viele nachfolgende Monographen und Floristen nach, zumal KOCH dem Namen *D. Johannis* auch in seiner Synopsis [1] treu blieb. Es ist aber klar, dass der Name aus zweierlei Gründen keine Giltigkeit haben konnte: einmal wegen willkürlicher, absichtlicher Prioritätsverletzung und zweitens wegen falscher Synonymie, weil der Autor des Namens *D. Johannis* mit diesem eine ganz andere Pflanze gemeint hatte als *D. siliquosa*. Wie nun KOCH, dem genauen Kenner der Draben, der selbst seinerzeit eine treffliche Monographie der Gattung verfasst ahhte, ein derartiger Irrtum passieren konnte, ist mir lange unerklärlich geblieben. Jetzt allerdings glaube ich in einem Herbarblatt aus den Sammlungen des Stiftes Admont die Lösung des Räts-els gefunden zu haben. Auf diesem Blatte befinden sich einige Exemplare der echten *D. siliquosa*, daneben zwei Bastarde *D. siliquosa x stellata*. Sämtliche Stücke wurden von STROBL auf dem Hochwart gesammelt, der Bastard, den er zweifelnd entweder für eine Form der *D. stellata* oder für *D. Traunsteineri Hoppe* hält, wuchs nach seiner Versicherung mitten unter der echten *D. stellata*, die er diesem Blatte zwar nicht beilegte, von der ich aber ebenfalls mehrere Exemplare gesehen habe. Wenn nun HOST von ZAHLBRUCKNER eine echte *D. stellata* bekam (wie das der Blick auf HOSTs Originalexemplar bestätigt), KOCH hingegen e-ine von demselben Standort unbeabsichtigt mitgesammelte *D. siliquosa* oder ein Bastard beider zur Beschreibung vorlag, so ist nun KOCHs Missgriff verständlich. Nicht erklärlich ist hingegen, warum KOCH die auffälligen Widersprüche zwischen seiner und HOSTs Beschreibung mit Stillschweigen übergieng, während er sich z.B. bemühte, einen Unterschied zwischen GAUDINs *D. nivalis* und *D. hirta* herauszufinden; ferner ist unerklärlich, warum diese falsche Homo- und Synonymie den meisten Zeitgenossen so ganz entging. Nur HOPPE unterschied ausdrücklich zwischen *D. Johannis* und seiner *D. carinthiaca*. Sowohl seine Beschreibung als auch seine Abbildung im STURM beweisen, dass er die echte *D. Johannis Host* oder wenigstens den Bastard in seinen Händen hatte, wenn er auch den Griffel etwas zu kurz gezeichnet hat. Auf Grund von HOPPEs Abbildung und Beschreibung hatte auch TRAUNSTEINER seinerzeit Bedenken gegen die Identifizierung von *D. carinthiaca Hoppe* und *D. Johannis Host*. Viele seiner als *D. Johannis* ausgegebenen Exemplare von *D. siliquosa* tragen die Zettelnotiz : "nec descriptio nec figura cum hac convenire videtur" und in Flora XVIII, p. 603 gesteht er, dass er HOPPEs *D. Johannis* am ehesten für *D. Traunsteineri* halte, da die echte *D. carinthiaca* "ungleich schmälere Schötchen trägt". Ferner identifizierte auch STROBL (in schedis) die auf dem Hochwart gefundene *D. stellata* mit *D. Johannis Host*. - In allgemeinen aber siegte KOCHs gewichtige Autorität. Erst der strafferen Handhabung des Prioritätsprinzipes in den letzten Jahrzehnten ist es zu danken, dass der Name *D. Johannis* wieder so ziemlich ausgemerzt wurde.

Die Geschichte der glabreszierenden Varietät ist kurz. Während sie im Kaukasus schon MARSCALL v. BIEBERSTEIN kannte, wurde sie in den Alpen erst viel später entdeckt. RUDOLPHI fand sie auf der höchsten Spitze der Scheidecker Alpe am Hl. Bluter Tauern. Bei einem Festmahle in Triest überraschte er HOPPE mit der Benennung dieser Pflanze nach seinem Namen. Obzwar der Name *D. Hoppeana* schon von REICHENBACH [1] für eine andere *Draba* verwendet worden war, beschrieb sie doch HOPPE in STURMs Flora als solche. Doch hatte inzwischen schon TRACHSEL dieselbe Form mit dem Namen *D. Hoppei* benannt. KOCH erkannte mit sicherem Blick, dass es sich hier nur um die glabreszierende Form der *D. siliquosa* handelte und zog sie als Varietät *glabrata* zu seiner *D. Johannis*. Diese Stellung nimmt sie bis heute unbestritten ein, wenn man von den Ansichten TRAUNSTEINERs [2], STURs [3] und DALLA TORREs [4] absieht, die sie für eine Hybride hielten. REICHENBACH [5] und in gewissem Sinne SCHINZ und KELLER [6] bringen sie mit *D. fladnizensis var. glaberrima* in Beziehung, allein mit Unrecht. Trotzdem hat diese Varietät nach den Nomenklaturregeln den von REICHENBACH gegebenen Namen *Hoppeana* zu führen, weil dieser Autor

---

1) in MOESSLERs Handb. 2. ed. (1828) p. 1132. - 2) Flora XXVII (1844) p. 398. - 3) Ö. b. Z. XI (1861) p. 191, 218. - 4) Fl. v. Tirol VI.2. (1909) p. 381; vergl. auch HUTER in KERNERs schedae II. p. 95. - 5) Fl. germ. exc. II (1832) p. 666. - 6) Fl. d. Schweiz II (1905) p. 92.

als erster sie als Varietät, wenn auch einer anderen Species, aufgefasst hat. Dass dieser Name schon früher von REICHENBACH selbst für eine andere A r t gebraucht worden war, ist hiebei bedeutungslos.

Zum Schlusse möchte ich noch die von mir vorgenommene Identifikation von *D. siliquosa M.B.* und *D. carinthiaca Hoppe* näher begründen. Beide waren unabhängig voneinander entdeckt und beschrieben worden, jene aus dem Kaukasus, diese aus den Alpen. Der einzige Unterschied bestand eigentlich nur in der Beblätterung und Verzweigung des Stengels bei *D. siliquosa* gegenüber einem angeblich nackten, einfachen Schaft bei *D. carinthiaca*. Auf dieses Merkmal legten die Autoren seinerzeit so grosses Gewicht, dass sie die Leucodraben in eine beblätterte und eine blattlose Gruppe zerlegten und *D. siliquosa* der ersteren, *D. carinthiaca* (bzw. deren für giltig angesehens Synonym) der letzteren zuteilten [1]. Dass in Wirklichkeit dieser Unterschied *D. carinthiaca* und *D. siliquosa* nicht trennen kann, geht aus dem weiter vorne über die Habitusvarianten der Alpenformen Gesagten hervor. Vielmehr gehören Exemplare mit blattlosem Schaft auch in den Alpen zu den selterenen Fällen. MARSCHALL v. BIEBERSTEINs Beschreibung passt vollkommen auf die Pflanze auch in den Alpen, KOCHs und HOPPEs Beschreibungen, REICHENBACHs Abbildungen vollkommen auf die Kaukasuspflanze, Exemplare aus dem Kaukasus gleichen vollkommen solchen mitteleuropäisch-alpiner Herkunft. Daher hat schon BOISSIER [2] vorgeschlagen, die alpine *D. carinthiaca* zur *D. siliquosa* zu ziehen, was aber bis jetzt nur der in Identifikationen ziemlich skrupellose Index Kewensis befolgt hat, da man sich vor diesem Schritt aus Mangel eines Originalexemplars der *D. siliquosa* von MARSCHALL v. BIEBERSTEIN [3] gescheut hat. Auch mir ist es leider nicht gelungen, ein solches zu Gesicht zu bekommen. Doch glaube ich, in diesem Falle bei so klarer Evidenz der Sachlage mir diese kleine Unvollständigkeit wohl zuschulden kommen lassen zu dürfen.

SERIES 3: RAMOSO-STELLATAE.

DRABA DUBIA Suter. - Radix fusca, elongata, parce ramosa. Rhizoma multiceps, caudiculos caespitosos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Folia rosularum circa 10 mm longa, 5 mm in maximo lata, obtusa, ovata, in petiolum brevem 2 - 3 mm longum attenuata vel subsessilia, integerrima vel uno alterove denticulo praedita, pilis stellatis subcanescentia. Scapus ad 15 cm altus, rarissime in statu florifero deficiens, aphyllus vel 1 - 4-folius, subdense stellato-pilosus. Folia caulina sessilia, late ovata vel subrotundata, obtusa, integra vel vix denticulata, ad 8 mm in maximo longa, totidem fere lata. Pedicelli erecti vel subpatentes, ad 8 mm longi, semper siliculis breviores, laxe stellato-pilosi, rarius glabri. Racemus florifer corymbosus, fructifer elongatus, rarius subcorymbosus. Flores albi; sepala ad 2 mm longa, ovata, pilis simplicibus et furcatis obsita; petala ad 4 mm longa, apice late rotundata, non emarginata. Siliculae ad 12 mm longae, 3 mm in maximo latae, latitudine sua 3 - 4-plo longiores, oblongae, utrinque rotundatae rarius attenuatae, nunquam ovatae, glaberrimae rarius ciliatae vel stellato-puberulae. Stylus nullus vel manifestus brevissimus. Semina numerosa (plus quam 10) utroque in loculo.

Var. genuina. - Caule 1 - 4-folio, ad 15 cm alto, cum pedicellis stellate piloso; siliculis oblongis utrinque rotundatis glaberrimis; stigmate sessili.
Synonyma: *D. hirta All.* (non L.) Fl. pedemont. I (1780) p. 244 pro parte, excl. syn. *D. hirsuta Cr.*, *D. stellata* et *D. hirta Jacq.*; VILLARS, Hist. pl. Dauph. III. 1. (1789) p. 282 pro parte, excl. var. C, excl. syn. - *D. stellata Willd.* (non Jacq.) Spec. pl. 4. ed. III.1. (1901) p. 427 excl. syn. *D. austriaca Cr.*, *D. hirta Jacq.*; VEST, Man. bot. (1802) p. 613; WAHLENBERG, de clim. et veg. helv. (1813) p. 123; SCHULTES, Österr. Fl. II (1814) p. 224; KOCH in Flora VI. (1823) p. 427; excl. syn. *D. stellata* et *D. hirta Jacq.*; De CANDOLLE, Syt. nat. II (1821) p. 246 excl. syn. et Prodr. I (1824) p. 169 excl. syn.; SPRENGEL, Syst. veg. II (1825) p.

---

1) SPRENGEL, Syst. vag. II (1825) p. 875: Scapigerae - Caule folioso; LEDEBOUR, Fl. ross. I (1842) p. 149 - 151: Scapo aphyllo vel paucifolio - Caule polyphyllo. - 2) Flor. orient. I (1867) p. 301. - 3) Vergl. auch EKMAN in Sv. Ak. Handl. LVII (1917) p. 63.

874; excl. syn. *D. austriaca C., D. tomentosa Whlbg.*; BLUFF et FINCERHUTH, Com. fl Germ. II (1825) p. 85 excl. syn. *D. stellata Jacq., D. austriaca Cr., D. hirta Jacq., D. hirta var. alpicola Wbg*; HOST, Fl. austr. II (1831) p. 239; REGEL in Bull. soc. nat. Mosc. XXXIV (1861) p. 193, excl. var. omn., excl. syn. *D. stellata Jacq., D. hirta Jacq., D. saxatilis Mert. et Koch, D. Traunsteineri Koch, D. Johannis Koch, D. nivalis Ledebour* et *D. Johannis Ledeb.* – *D. dubia Suter*, Helv. Fl. II (1802) p. 46 excl. syn *D. carnica Scop., D. stellata Jacq., D. nivalis W., D. incana L.* et *D. hirta* ; DALLA TORRE, Anleitg. (1882) p. 178; FRITSCH, Exk.-Fl. Österr. (1897) p. 249; SCHINZ et KELLER, Fl. d. Schweiz I (1906) p. 227; HAYEK, Fl. v. Steierm. I.7. (1909) p. 515; DALLA TORRE et SARNTHEIM, Fl. v. Tirol VI.2. (1909) p. 376; VOLLMANN, Fl. v. Bayern (1914) p. 314; THELLUNG ap. Hegi, Ill. Fl. v. Mitteleur. IV.39. (1919) p. 383, excl. var. – *D. nivalis La Peyrouse* (non Liljebl.) Hist. abr. Pyr. (1813) p. 364, pro parte quidem. – *D. frigida Sauter* in Flora VIII (1825) p. 72; GAUDIN, Fl. helv. IV (1829) p. 158; REICHENBACH, Fl. germ. excurs. II (1832) p. 666; HOPPE ap. STURM, Deustchl. Fl. H. 65 (1832); KOCH ap. RÖHLING et KOCH, Deutschl. Fl. IV (1833) p. 551 et Syn. (1837) p. 63 et Taschenb. (1844) p. 47; MALY, Fl. styr. (1838) p. 14; HEGETSCHWEILER et HEER, Fl. d. Schweiz (1840) p. 632; LEDEBOUR, Fl. ross. I (1842) p. 149, excl. var *kamtschatica*, excl. locis; SCHEELE in Flora XXVI (1843) p. 322; BERTOLONI, Fl. it. VI (1844) p. 473, excl. *var. tomentosa*; KITTEL, Taschenb. 2. ed. (1844) p. 874; MALY, Enum. pl. austr. (1848) p. 277; HAUSMANN, Fl. v. Tir. I (1851) p. 75; NYMAN, Sylloge (1859) p. 199; JANKA, Crucif. silicul. fl eur. (1883) p. 108; PACHER et JABORNEGG, Fl. v. Kärnt. I.3. (1887) p. 135; GREMLI, Neue Beitr. z. Fl. d. Schweiz V (1890) p. 1; HUTER in Ö. b. Z. LIV (1904) p. 187. – *D. umbellata Saut.* in Flora XX (1837) p. 65 ? – *D. Johannis Moritzi* (non HOST), Pfl. Graub. (1839) p. 40. – *D. Kochiana Scheele* in Linnaea XVII (1843) p. 348. – *D. stylaris Scheele* (non GAY) in Flora XXVI (1843) p. 322. – *D. tomentosa Parl. et Car.* Fl. ital. IX. 3. (1893) p. 767 pro parte; COSTE, Fl. d. Fr. I (1901) p. 117 pro parte. – *D. tomentosa var. frigida ß Typica Fiori et Paoleti*, Fl. anal. d'Ital. I (1898) p. 461, excl. syn. *D. nivalis Liljebl.* – *D. tomentosa var. ß Ball* in Bull. Soc. bot. Fr. VII (1860) p. 228. – *D. tomentosa var. frigida Gern. et Godr.* Fl. d. Fr. I (1848) p. 123 pro parte, excl. syn. *D. nivalis DC*; WILLKOMM et LANGE, Fl. hisp. III (1880) p. 840; BURNAT, Fl. aples marit. I (1892) p. 118. – *D. tomentosa var. frigida Myman*, Consp. (1878) p. 53; ROUY et FOUCAUD, Fl. d. Fr. II (1895) p. 213. – *D. tomentosa forma dubia Hermann*, Fl. v. Deutschl. u. Fennoskand. (1912) p. 229. – *D. lactea var. pubescens Neilr.* in Ö. b. Z. IX (1859) p. 92, pro parte.

Iconos: DELESSERT, Icon. sel. II, (1823) t. 46 als *D. stellata*; STURM, Deutsch. Fl. H. 65 (1832) als *D. frigida*; REICHENBACH, Icon. crit. 3 t. 213 (1825) et Ic. fl. germ. II (1837) t. 13, f. 4241; ENGLER-PRANTL, Nat. Pflfam. III.2. p. 187, fig. C; COSTE, Fl. d. Fr. I (1901) fig. 281, als *D. tomentosa*; HEGI, Ill. Fl. v. Mitteleur. IV.39 (1919) p. 380 fig. 838 a, b.

Var. Kochii Dalla Torre: Siliculis oblongis undique vel ad valvularum oras brevissime ciliatis vel strigosulis; stigmate sessili.
Synonyma: *D. frigida Host* (non SAUTER) Fl. austr. II (1831) p. 240. – *D. frigida var. siliculis ciliatis Koch*, Synops. 3. ed. (1857) p. 58. – *D. frigida var. ciliata Huter*, Exsicc.1863. – *D. dubia var. Kochii Dalla Torre*, Anleitung (1882) p. 178. – *D. dubia var. ciliata F. Sauter* in Ö. b. Z. XLIX (1899) p. 368; DALLA TORRE et SARNTHEIM, Fl. v. Tirol VI.2. (1909) p. 378; THELLUNG ap. HEGI, Ill. Fl. v. Mitteleur. IV.39. (1919) p. 384.

Var. hebecarpa (DC). – Siliculis dense stellato-puberulis; stylo manifesto.
Synonyma: *D. stellata var. hebecarpa DC.* Syst. nat. II (1821) p. 346 et Prodr. I (1824) p. 169. – *D. frigida var. ß Koch* ap. RÖHLING et HOCH, Deutschl. Fl. IV (1833) p. 552. – *D. frigida var. g Koch*, Synops. (1837) p. 63. – *D. frigida var. lasiocarpa Cosson*, exsicc.; HUTER in Ö. b. Z. LIV (1904) p. 187. – *D. frigida var. hebecarpa Hallier* in KOCHs Synops. 3. ed. (1892) I. p. 127. – *D. tomentosa var. lanciformis Rouy et Fouc.* Fl. d. Fr. II (1895) p. 213.

Var. laevipes (DC): Pedicellis rarius scapo in superiore parte cum siliculis glabris; siliculis paullo angustioribus; stigmate sessili; habitu saepe humiliore

Synonyma: *D. laevipes DC.* Syst. nat. II (1821) p. 346 et Prodr. I (1824) p. 169 pro specie. - *D. tomentosa var. laevipes Gren. et Godr.* Fl. d. Fr. I (1848) p. 124; WILLKOMM, Prodr. fl. hisp. III (1880) p. 840. - *D. tomentosa f. laevipes Rouy et Fouc.* Fl. d. Fr. II (1895) p. 121, excl. var. *longistylum R. et F.* - *D. frigida var. laevipes Huter* in Ö. b. Z. LIV (1904) p. 187. - *D. tomentosa var. nevadensis Pau*, Bol. Soc. Arag. Cienc. nat. VIII (1909) p. 112 ?

Icon: DELESSERT, Ic. sel. II (1823) t. 46.

Var. pumila (Milichh.) : Scapo in statu florifero deficiente vel foliorum rosulam vix superante.

Synomyma: *D. pumila Mielichhof.* ap. SAUTER in Flora XXXII (1849) p. 666; HINTERHUBER, Prodr. Fl. v. Salzb. (1851) p. 25; DALLA TORRE, Anl. (1882) p. 178; FRITSCH, Exkursionsfl. f. Österr. (1897) p. 248, omnes pro specie. - *D. tomentosa var. pumila Neilr.* Nachtr. zu MALY (1861) p. 242; WILLKOMM, Führer (1863) p. 635; NYMAN, Suppl. Sylloges (1865) p. 35.

Area geographica: In regione alpina et subalpina Alpium et Pyrenaeorum et in Sierra Nevada.

Specimina visa: *Var. genuina*: P y r e n a e e n: Cot de Long, Hautes Pyr. (BORDERE 1899 als *D. tomentosa* Ko). - W e s t a l p e n: Cottische Alpen (ROSTAN 1880 als *D. nivalis*, hb. EICHENFELD GJ); Alpis Viso Delphinatus (MALHONNET WH); Alp. pedemont. Ko; ex calcareis Pedemontanis in monte Cenisio (BALL 1863 Ko); Mont Cenis (HUGUENIN WH, TRACHSEL als *D. stellata* 1826 WU hb. KECK); Mont Iseran (HUGUENIN WH); Gebirge von Savoyen (REITHAMMER als *D. nivalis* GJ). - S c h w e i z Helvetia (THOMAS als *D. stellata* WH); Alpen um Bex(CHARPENTIER WH, A); St. Bernhard WH; Valais, fissures des rochers mont Cuby au St. Berhhard 2470 (DESEGLISE 1876 WU hb KERNER): Vallesia, Diaz, Valle d'Heremence, Chermignon (BION WH); supra Zermatten prope Schwarzensee (F. RIEGEL 1838 WH); Ryffel, vallee de Zermatt rochers (MASSON Bg); mont Cervin (KOTSCHY 1860 WH); monte Rosa (KOTSCHY 1860 als *D. hirta* WH); Cot du Simplon, Suisse (FAVRAT Bg); sur le Schienhorn, Simplon (FAVRAT Bg); Louche de Bains, fissures de rochers au col de la Gemmi et autour du lac de Dauben (OZANON, GILLOT Bg); Berner Alpen (BAMBERGER Bg); Faulhorn (LOLA MONTEZ als *D. hirta* und *D. lapponica* M); an Felsen der Bachalp, Faulhornkette (JURATZKA WH); Am Schilt (WU, hb. KECK); höchste Appenzeller Alpen in Felsritzen (STEIN als *D. tomentosa* WH); Rheinwaldberge (REISTEINER 1848 Bha); Graubünden, am Übergang des Julierpasses auf der Höhe (PETER MARANDEL WH); Gipfel des Piz Languard bei Pontresina 3250 m (PROCHASKA 1898 GJ); Berninaschlucht in Pontresina 1800 m. (PORCHASKA GJ); Engadin, Berninapass im Val Minor am Hange des Piz dels Lejs, Schiefer, ca. 2400 m (HANDEL-MAZETTI 1906, WU); Engadin, Felsen nördlich der Vedretta do Cambrena am Berninapass, Schiefer, ca. 2350 m (HANDEL-MAZETTI 1906 WU); Engadin, Berninapass, Aufstieg zum Piz Lagalb, an Felsen d. SO-Grates, Schiefer, ca 2500-2800 m (HANDEL-MAZETTI 1906 WU); Piz Umbrail (KOLATSCHEK 1897 als *D. tomentosa* GU); Wormserjoch (WU). - O b e r i t a l i e n: Mte. Gringne, Lombard. (MALY 1858 Bha). - T i r o l : Suldental,(hb. SCHOTT Bha); Suldental, ober der Schaubachhütte c. 3000 m (EYSN 1879 WU); häufig am Pfasereck im Pfossental, Vintschgau, Schiefer, 22-2600 m (HANDEL-MAZETTI 1907 WU); Pfelderertal im Passeier, am SO-Hang des Raunen Joches an Felsen, Schiefer, ca 24-2600 m (HANDEL-MAZETTI 1909 WU); Passeyertal (ZUCCARINI 1823 als *D. incana* WU hb. KECK); Südhang des Niederjöchl bei Latsch im Vitschgau an Felsen, Schiefer, 2400-2600 m (HANDEL-MAZETTI 1907 WU); Val di Non, Palloni della Denne (GELMI 1883 WU); Nonsberg, Alpe Nanna, 7000' Dolomit (BOHATSCH Bg); Rabbijoch zwischen Ulten und Nonsberg, 2650 m (HANDEL-MAZETTI 1902 WU); Cinna del Bondone, Trento (SARDAGNA Bg); Roccie umide del Dosso d'Abramo, Bondone (SARDAGNA 1880 WU); Vallarsa, Felswände am Colsanto 6000' (HUTER 1857 WH); Col Santo (TRACHSEL als *D. tomentosa* M); Ober d. Lago Lagorai bei Cavalese im Fleimstal, an Felsen, Quarzporphyr, 1890-2000 m (HANDEL-MAZETTI 1906 WU); Castellaggio di Panaveggio (SARDAGNA 1882 WU); Monte delle Neve bei Panaveggio (MALY 1838 Bha); in saxosis dolomiticis Alpe Turibello prope Panaveggio 19-2000 m (EICHENFELD 1892 GJ); Contrin, Fassa (SARDAGNA 1882 WU); Roccie al passo Sella, Fassa (SARDAGNA 1885 WU); Sasso di Rocca bei Alba, Fassa, Westgrat, Augitporphyr ca 2450 m (HANDEL-MAZETTI 1903 WU); Mazzoni Geb. in Fassa (MALY Bha);

Gröming im Fassatal (FACHHINI hb. STREINZ A); Livinalongo im Cordevoletal (POPPERTZ 1843 WH); Schlern (FENZL 1861 WH, FACCHINI WH, GUGLER 1899 Ko, PACHER 1846 A); Schlern und Seisseralpe, Kalkfelsen 6-7000 m (Val di Lievre WU als *D. nivea*); Schlern bei Bozen:NO-Absatz des Jungschlern, Kalk, ca 2460 m (HANDEL-MAZETTI 1905 WU); alpes ca. Brixinam (MESSNER Bha); Alpen in Tirol, Pustortal (STEINER als *D. tomentosa* A); Prags, Dolomitfelsen des Sarkofl (EVERS 1876 CJ), Sexten Pustariae med. ad rupes schistaceos mtis Helm 7000' (HUTER WH, A); Innervillgraten, an Felswänden im Ahrntal (GANDER 1866 GJ, hb. EICHENFELD); Kerschbaumeralpe bei Lienz 1888 GU hb. ETTINGSHAUSEN); Schleinitzeralpe bei Lienz (POPPERTZ 1843 WH); Felsen der höchsten Alpen in Tefreggen (HUTER Bha); Kalser Alpen (HUTER Bha, PICHLER A); Kals ad montem Grossglockner solo schistaceo-micaceo 23-2800 m (HUTER 1881 WH); Tschidinhorn bei Kals (als *D. tomentosa* GU hb. ETTINGSHAUSEN); Matrei Tauern (EICHENFELD 1877 GJ); Blaser bei Matrei (KERNER 1870 WU hb. KERNER); Pregraten (MURMANN WH); Schieferalpen bei Pregraten (KERNER 1861 als *D. tomentosa* WU); Venedigergletscher, im Moränenschutt bei 8000' (FENZL 1861 als *D. tomentosa* GU); Pürstall bei St. Peter 24-2700 m (TREFFER als *D. tomentosa* GU); in rupium fissuris prope Luttach (TREFFER 1882 in SCHULTZ, hb. norm. W, DC, M); Felswiesen in Rein bei Sand (TREFFER 1880 WH); Rein bei Taufers 18-2000 m (TREFFER 1886 Ko); in ascensu ad montem Wildenspitz supra Burgum in valle Pfitsch (KERNER GU); auf Felsen am Bergbau Schneeberg bei Sterzing (CZEKA 1885 Cz); in monte Weisspitz ad Sterzing et in locis rupestribus montium Pustariae solo schistaceo 2300-2700 m (HUTER et TREFFER WH); in rupibus alpium circa Sterzing, Telferswiesen, Ratschings etc., solo schistaceo 23-2500 m (HUTER 1880 CZ); Hühnerspiel bei Gossensass (KERNER 1868 WU hb. KERNER); Geisstein (SAUTER WH, specimen originale *D. frigidae!*); von der Süd- und Ostseite des Geissteins 1832 GJ; Kitzbühler Horn, Alpen über 6000' (TRAUNSTEINER 1839 WH); Kitzsteinhorn bei Kitzbühel (SPITZEL Bha); Streiegger Jufen, oberhalb der Brunalpe (TRAUNSTEINER S); Zemmgrund des Zillertales (KERNER 1861 WU hb. KERNER); in Felsspalten ober Vaz, Hochleger im Wattental bei Innsbruck häufig, Schiefer, 2000 m (HANDEL-MAZETTI 1900 WU); Ober Kaz, Niederleger im Wattental an Felsen, Schiefer, 1800 m (HANDEL-MAZETTI 1902 WU); auf dem Hippold im Wattental, Kalk und Schiefer verm. ca. 2630 m(HANDEL-MAZETTI 1902 WU); Klammerspitze im Wattental, Kalkschiefer, ca 2500 m (HANDEL-MAZETTI 1902 WU); Rafanspitze 2250 m (WOYNAR hb. BERGLER WH); Senderstal prope Oeniponten, nö. unter dem Schwarzhorn solo schistaceo, ca 2300 m (HANDEL-MAZETTI 1903 WU); Rosskogel bei Innsbruck, n. vom Gipfel, Glimmerschiefer ca 2600 m (HANDEL-MAZETTI 1899 WU); an Felsen nördlich von der Innsbruckerhütte am Habicht in Stubai, Kalk 2400 m (HANDEL-MAZETTI 1900 WU); Humerspitz im Gschnitztale (KERNER 1863 WU hb. KERNER); Selrainertal, Längental (KERNER 1862 WU hb. KERNER); Ötztal, ad rupes (KOCH 1823 als *D. stellata* M); Zwerchwand bei Vent im Ötztale (KERNER GU); Zwerchwand ober dem Vernatschgletscher im Ötztale 8000' (KERNER Ko); ober dem Fimberhaus gegen den Pellinkopf, Fimbertal im Paznaun, Bündnerschiefer, ca 2200-2600 m (HANDEL-MAZETTI 1911 WU). - O b e r b a y e r n : Allgäu, an den Felsen in den Höfatsplätzen (KRANZ M); Einsattelung zwischen dem grossen und kleinen Rappenkopf im Algäu (HOLLER 1857 M). - S a l z b u r g : Pinzgau (SPITZEL als *D. tomentosa* Bha); Oberpingau (SPITZEL WH); Ofen, Hollersbachtal (FUGGER 1891 S); Litzelstubach (KASTNER 1896 S); Fusch (SPITZEL M); an Alpen im Zwing in der Fusch (MIELICHHOFER WH); auf den höchsten Alpen von Fusch, Rauris und Grossarl (HINTERHUBER S); Rauriser Goldberg, Zwing (STORCH S); Baumgartgeier (FUGGER 1895 S); Gernkogel, Wald (FUGGER 1894 als *D. Tomentosa*); Untersberg bei Salzburg (STORCH S); in der Rasteggen bei Gastein (FREYBERGER ed. RAUSCHER 1832 WH); Radtstädtertauern (VIERHAPPER 1860 WU); Seekarspitze im Radstätter-Tauern (KERNER 1891 GU); auf dem Windfelde des Radstädter Tauern, Quarz (STROBL 1870 A). - K ä r n t e n : Hl. Blut (WH, SPITZEL Bha); hinter der rechten Pasterze (ELSMANN als *D. stellata* M); Gamskargrube am Glockner (STORCH S); Mölltaler Alpen (PACHER Bg, Ko); Zirknitz im Mölltale (PACHER Kl); Mölltal, Felsen der oberen Riechenalpe gegen das Mühldorfer Schartl 7800' (JABORNEGG 1870 als *D. Wahlenbergii* Kl); in Felsenspalten des Stawipfl, Kreuzeckgruppe 2300 m (DOLENZ 1908 Cz); Wolliger Alm am Wollnitzer Törl (PACHER 1874 als *D. carinthiaca* Kl); Musenalpe am höchsten Gipfel (1857 Kl); Kaminger Alpen nö. von Millstatt, höchste Kalkfelsen der Zunder-

wand (JABORNEGG 1877 Kl); Reichenauer Garten (hb. PITTONI WH, KOSCH GJ); Felsen an der Kühweger Alpe im Gailtale (JABORNEGG 1864 Kl); Villacher Alpe (hb. SCHULTES M, JABORNEGG 1864 Kl. KRISTOF GJ); Villacher Alpe, im Gemäuer der windischen Kirch (KOK 1833), Dobratsch, in Ritzen der Kirchenmauern am Gipfel spärlich, 2200 m (JABORNEGG 1879 Kl, 188 WU). - K r a i n : Am Manhart, Julische Alpen (POPPERTZ WH). - S t e i e r m a r k : Steirische Alpen (GEBHARD WH); Stangalpe bei Turrach (MALY 1852 Bha); am Eisenhut bei Turrach (STROBL GJ); Eisenhut, auf Kohlenschiefer 6 - 7700' (STROBL 1875 A); Eisenhut, Nordseite (JABORNEGG 1864 als *D. fladnizensis*, hb. KRISTOF, hb. KECK WU); Wand von der Steinwandalm zur Gollingscharte hinauf, 6500' (STROBL 1870 A); Gumpeneck bei Grosssölk (ANGELIS als *D. Johannis* GJ); Felsritzen des Gumpeneck bei Öblarn, Gl-Sch. 7000' (STROBL 1890 A); Spadeck bei Kleinsölk (ANGELIS GJ).

Var. Kochii. - Col de l'Hospital de Viella, Pyrénées Espagnoles (BOURGEAU 1847 WH); Fentes des rochers au Col de la Madonna de Fenestre, Alpes maritimes (BOURGEAU 1861 WH); Col de la Madonna de la Fenestre (REUTER 1852 WH, BOISSIER WH); Schweiz, Simplon, auf den Felseń ober Bernetsch, Gneiss, ca. 1750 m (HANDEL-MAZETTI 1906 WU); Tirol. austr. Judicariis ad rupes montis Tanavone solo calcareo 18-1900 m (PORTA Bg); Porta Vescovo im Padonrücken, Fassatal, auf dem Grat, Augitporphyr, ca. 2550 m (HANDEL-MAZETTI 1905 WU); Alpes Tyrolis, Monte Schlehrn (ELSMANN hb. PITTONI WH); Tirol, Kämme der Kerschbaumeralpe bei Lienz 7000' (HUTER 1863 WH); Kreuzspitze ober dem Zrager Boden am Brenner 7000-8000' (KERNER 1868 als Bastard *D. dubia x siliquosa* WU hb. KERNER); auf alten Mauern bei der Kirche auf der Villacher Alpe 6300' (KRENBERGER Bg).

Var. hebecarpa. - Pyrenaeen, Vallée d'Eynes (hb. ENDLICHER WH); Sommet du Canignon, alt. 2780 m, Pyrénées orientales (SENNEN hb. EICHENFELD GJ); in Pyr. sub Mt. Louis (hb. BUBYNI 1834 WU). - Mont Cenis (COSSON WH). - Helvetia (KÜTZING WH).

Var. laevipes. - Ad rupes in inferiori vallis Eynes Pyrem. orient. (ENDRESS WH). - Soumaoute, Hautes Pyr. (BORDERE als *D. tomentosa* WH); Côt du Long, Hautes Pyrénées (BORDERE 1899 als *D. tomentosa* ko).

Var. pumila. - Auf dem Rauriser Goldberge an Felsen des Märchenpalfens (STORCH S); Rauriser Goldberg (1852 A).

Draba dubia Sut., eine der verbreitetsten Leucodraben der Alpen, wurde oft mit *D. tomentosa Whlbg.* verwechselt, ja sogar nicht selten mit dieser zu einer Spezies zusammengezogen. Sie unterscheiden sich aber voneinander vortrefflich in zwei Merkmalen: in der Grösse der Blüten und in der Form der Schötchen. *D. tomentosa* hat fast um die Hälfte grössere Blüten als *D. dubia*, auch sind sie oft nicht rein weiss, sondern etwas gelblich, was bei *D. dubia* nicht der Fall ist. Das Schötchen ist bei *D. dubia* meist elliptisch-länglich, die Klappenränder laufen parallel, oben und unten sind die Schötchen abgerundet oder wenigstens sehr rasch verschmälert. Nur bei der *var. hebecarpa* sind sie zugespitzt. Niemals aber sind die Schötchen bei *D. dubia* eirund oder elliptisch wie bei *D. tomentosa*. Die Bewimperung der Schötchen bei *D. tomentosa* scheidet nur die beiden genuinen Formen von einander, da es sowohl eine kahlfrüchtige Varietät der *D. tomentosa* als auch eine behaartfrüchtige der *D. dubia* gibt. Auch das Vorhandensein eines Griffels bei *D. tomentosa* ist ebenso wie das Fehlen eines solchen bei *D. dubia* kein beständiges Merkmal. Der Fruchtstiel, bei *D. dubia* immer kürzer als das Schötchen, ist bei *D. tomentosa* bei weitem nicht immer so lang oder gar länger als die Frucht (wie ihn WAHLENBERG zeichnet), vielmehr habe ich häufig Exemplare der *D. tomentosa* mit ganz kurzen Fruchstielen gesehen. Also darf auch dieses Merkmal nicht zur Scheidung der beiden Arten verwendet werden.

Durch dieselben Merkmale, also in der Blütengrösse und Schötchenform, ferner auch durch die schmäleren Filamentbasen und durch die Art der Behaarung unterscheidet sich *D. dubia* auch von *D. stellata*, *D. Simonkaiana* und *D. supranivalis*, die alle drei ausserdem noch durch den deutlich vorhandenen Griffel von *D. dubia* verschieden sind. *D. Pacheri* ist durch die eiförmigen, der Traubenspindel angedrückten Schötchen, *D. aczkolensis* durch die an der Basis verbreiterten, ober aber zugespitzten kahlen Früchte, *D. laciophylla* durch schmälere Stengelblätter, *D. nivalis* durch die Gestalt der Sternhaare und die etwas schmäleren Stengelblätter zu

unterscheiden, ebenso *D. stilquosa* [1], *D. fladnizensis* und *D. altaica* durch den niedrigeren Wuchs, Schötchenform und Behaarungsweise, *D. Kotschyi* und *D. rupestris* durch das Überwiegen der einfachen Haare an den Blattflächen.

Draba dubia var. genuina im Besonderen zeichnet sich gegenüber den übrigen Varietäten aus durch völlige Kahlheit und oblonge Gestalt der stumpfen, mit sitzender Narbe oder ganz kurzem Griffel ausgestatteten Schötchen. Diese sowie Fruchtstiele und Stengel sind manchmal blaugrün überlaufen, die beiden letzteren neigen im Alter hie und da zur Glabreszenz. Grösse und Habitus sind verschieden je nach Standort, Boden und Witterungseinflüssen. Im Allgemeinen wird sie unter allen Formen der *Tomentosa*-Reihe am höchsten und neigt unter günstigen Verhältnissen, besonders in Kultur, zur Ausbildung mehrerer Stengelblätter, Verzweigung des Stengel und Auflockerung der Rosetten. Hierdurch erfolgt eine starke Annäherung an gewisse Glieder der Sect. *Holarges*, namentlich an *D. laxa* und *D. incana*. Hier dürfte denn auch der Ursprung der ganzen *tomentosa*-Gruppe im Allgemeinen und der *D. dubia* im Besonderen zu suchen sein.

Hinsichtlich der geographischen Verbreitung ist folgendes zu bemerken: Das Vorkommen in der Sierra Nevada ist mir nur in der Literatur [2], nicht durch Herbarmaterial bestätigt. Es liegt aber kein Grund vor, WILLKOMMs Angaben anzuzweifeln, zumal es ausdrücklich den Urgebirgscharakter der Unterlage betont. In den Pyrenäen scheint die genuine Form nur ganz zerstreut zu sein und hinter den *Var. hebecarpa* und *laevipes* an Häufigkeit zurückzustehen, was auch der Literatur [3] zu entnehmen ist. Über die geologische Unterlage der *D. dubia* in den Pyrenäen ist mir nichts sicheres bekannt geworden. Hingegen ist sie in den Alpen, namentlich auf Urgestein, neben *D. fladnizensis* und *D. stliquosa* die häufigste aller Leucodraben. STUR [4] und STROBL [5] zählen sie unter die für Glimmerschiefer schichtensteten Pflanzen; tatsächlich liegen die Häufigkeitszentren ersichtlich im Urgebirge, doch hat auch mancherorts ein sekundärer Übertritt der Pflanze auf Kalk stattgefunden. Die Beschränkung der *D. dubia* auf Glimmerschiefer ist daher durchaus keine so ausschliessliche wie etwa die der *D. tomentosa* und *D. stellata* auf Kalk. In den Alpen findet sie auf den Niederen Tauern ihre Ostgrenze. SCHURs [6] Angabe eines Vorkommens in Siebenbürgen ist irrtümlich, wie STUR [7] nachgewiesen hat und SCHUR [8] später selbst eingesteht. Auch STURs Notiz über ein einmaliges Auftreten der *D. Kochiana Scheele* (vermutlich einer unbedeutenden Form der *D. dubia*) im Banate ist nach seiner eigenen Aussage [9] nur auf eine unsichere Herbarbestimmung begründet.

Die Angabe von Standorten der *D. dubia* in Zentralasien bedürfen einer besonderen Revision, weil da zwei übereinstimmende, voneinander, wie mir scheint, gänzlich unabhängige Daten vorliegen, nämlich von REGEL [10] und FEDTSCHENKO [11], welche beide *D. dubia* im Tian-Schan aufgefunden haben wollen. Es ist aber bekannt, dass die russischen Autoren niemals *D. dubia* und *D. nivalis* scharf voneinander trennten. Da nun REGELs Pflanze ausdrücklich als *D. stellata var. nivalis* bezeichnet wird und FEDTSCHENKO seine Pflanze zwar als *D. frigida Saut.* anführt, LILJEBLADs *D. nivalis* aber als Synonym zitiert, so ist es höchst wahrscheinlich, dass die fragliche Pflanze nicht *D. dubia*, sondern *D. nivalis* ist. Nach REGELs [12] Eingeständnis aber beziehen sich seine Angaben über *D. frigida* in der "Florula ajanensis" [13] sowie die TRAUTVETTERs vom Taymyr auf seine *D. stellata var. nivalis*, sodass wohl ziemlich die meisten sibirischen Literatur-Standorte der *D. dubia* auf Verwechselung mit *D. nivalis* zurückzuführen sind, wahrscheinlich auch

---

1) LEYBOLD (Flora XXXVII (1854) p. 451) und HAUSMANN (Fl. v. Tirol p. 1405) behaupten unbegreiflicherweise die Identität von *D. dubia* und *D. stliquosa*!. - 2) NYMAN, Consp. (1878) p. 53; WILLKOMM et LANGE, Prodr. fl. hisp. III (1880) p. 840. - 3) Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien III (1853) p. 47. - 4) Ö. b. Z. XXI (1871) p. 206. - 5) Verh. u. Mitt. Siebenb. Ver. Naturw. X (1859) p. 143. - 6) Ö. b. Z. XI (1861) p. 150. - 7) Enum. pl. Transs. (1866) p. 65. - 8) Ö. b. Z. XI (1861) p. 150. - 9) REGEL et HERDER, Enum. pl. Transiliens. (1864) p. 33. - 10) Beih. bot. Zentralbl. XIX (1906) 2. p. 308. - 11) Bull. soc. nat. Mosc. XXXIV (1861) 3. p. 192 - 193. - 12) p. 49. - 13) Fl. ross. I (1842) p. 150.

LEDEBOURs [1] Angabe: "in alpibus altaicis [2] et baicalensibus". Dass die vermeintlichen Funde von *D. dubia* auf der Tschktschen-Halbinsel, auf Kamtschatka und Unalaschka in Wirklichkeit insgesamt auf *D. nivalis Liljebl.* zu beziehen sind, wird noch bei Besprechung dieser Art ausführlicher dargelegt werden. Herbarexemplare der echten *D. dubia* sah ich aus Asien nicht, vielmehr handelt es sich bei den wenigen von mir gesehenen Stücken durchwegs um *D. nivalis Liljebl.* Ein Vorkommen in den nordischen und arktischen Gebieten ist weder in der Literatur noch durch Herbarmaterial bezeugt. Somit beschränkt sich das wirklich nachgewiesene Verbreitungsgebiet der *D. dubia* auf die Alpen, Pyrenäen und die Sierra Nevada.

So wie *D. dubia* in horizontaler Ausbreitung in den Alpen eine treue Begleiterin der *D. fladnizensis* ist, so ist sie es auch in vertikaler Ausdehnung. SAINT LAGER [3] fand beide auf den Grand Mulets an der Westseite des Montblanc bis zu einer Höhe von 3470 m und HEER [4] sammelte *D. dubia* am Finsteraarhorn bei 10313', d. i. ebenfalls mehr als 3400 m. Am häufigsten ist sie jedenfalls in der Zone zwischen 2000 und 3000 m gesammelt worden. Unter 2000 m findet sie sich nur mehr zerstreut, besonders in den Ostalpen. Der niedrigste mir bekannte Standort ist auf der Hohen Wildstelle in Steiermark, von wo ich sie in Herbarexemplaren noch aus einer Höhe von 5000', d. i. nicht ganz 1700 m, gesehen habe.

Die *var. Kochii* ist sehr selten und nur gelegentlich im westlichen Teil des Verbreitungsgebietes unter der genuinen Form eingestreut beobachtet worden. Sie unterscheidet sich von dieser nur durch die mehr oder weniger dichte Bewimperung der Schötchen. - Hier habe ich auch von einer Form zu berichten, die von drei verschiedenen Botanikern [5] in verschiedenen Jahren am gleichen Standort, nämlich am Col de la Madonna della Fenestre in den Seealpen gesammelt worden war und die ich wegen ihrer Blütengrösse lieber zu *D. tomentosa* gezogen hätte, wenn nicht nach dem übereinstimmenden Bericht massgebender Autoren [6] *D. tomentosa* in den Seealpen fehlte (was auch aus den mir zur Verfügung stehenden Herbarexemplaren hervorgeht). Aus diesem Grunde ist auch die Bastardnatur der fraglichen Form höchst unwahrscheinlich.

D. dubia var. hebecarpa zeichnet sich aus durch mehr lanzettlich zugespitzte Schötchen, die von winzigen Sternhaaren dicht flaumig sind und einen deutlichen Griffel tragen. Sie ist in den Pyrenäen und Westalpen nicht allzu selten, fehlt aber in den Ostalpen ganz. REGELs [7] asiatische Standorte beziehen sich auf *D. lasiophylla Royle*.

Die *var. laevipes* hat kahle Blütenstiele, etwas schmälere Schötchen und meist einen kurzen Griffel. Der Habitus ist etwas niedriger als bei der genuinen Form, der nackte oder 1 - 2-blättrige Stengel ist oberwärts manchmal kahl. Von der typischen *D. dubia*, die ja auch im Alter manchmal glabresziert, ist sie somit an der Schötchenform zu unterscheiden. Sie ist viel seltener als es nach der Menge der von BORDERE ausgegebenen Exemplare den Anschein hat, denn weitaus die meisten dieser BORDEREschen Pflanzen sind *D. siliquosa*, einige auch *D. tomentosa* und *D. dubia var. genuina*. Wirklich nachgewiesen ist sie bis jetzt nur in den Pyrenäen und Westalpen. In der Schweiz und in den Ostalpen fehlt sie. WILLKOMM [8] führt sie auch für die Sierra Nevada an. - ROUY und FOUCAUD [9] beschrieben eine Varietät der *D. laevipes var. longistyla*, mit einem Griffel von einem Viertel bis zur Hälfte der Schötchenbreite, die am Mont Cenis und einigen anderen Gipfeln der Westalpen vorkommen soll. Vielleicht handelt es sich hier um einen Bastard nach Art der *D. Traunsteineri Hoppe* (=*D. tomentosa* x *siliquosa*), bei der ja auch die relative Griffellänge erhöht wird durch die Kleinheit der (fehlgeschlagenen) Früchte. Herbarexemplar sah ich keines.

---

1) Vom Altai liegt mir ein Herbarexemplar aus BUNGEs Hand vor, als *D. frigida Saut.* bestimmt, in Wirklichkeit *D. nivalis Liljebl.* - 2) Annal. soc. bot. Lyon, Compt. rend. 1880, p. 279 - 281. - 3) Über die nivale Flora d. Schweiz, 1884. - 4) REUTER 1852, BOURGEAU 1861, BOISSIER ohne Jahreszahl, sämtliche im Hofmuseum Wien. - 5) BALL in Bull. soc. bot. Fr. VII (1860) p. 228; BURNAT, Fl. d. alp. marit. I (1892) p. 118; ROUY et FOUCAUD, Fl. d. Fr. II (1895) p. 213. - 6) Bull. soc. nat. Mosc. XXXIV (1861) p. 193; REGEL et HERDER, Pl. Transil. (1864) p. 33. - 7) WILLKOMM et LANGE, Prodr. III, p. 840. - 8) Fl. d. Fr. II, p. 213.

D. dubia var. pumila endlich ist durch den fast völligen Mangel eines Schaftes zur Blütezeit charakterisiert. Im Fruchtstadium hingegen hat die Pflanze einen ganz normalen Habitus. Sie wurde vielfach [1] als selbständige Spezies aufgestellt, jedoch mit Unrecht. Solche Zwergformen kommen auch bei andern Leucodraben vor, z.B. bei *D. fladnizensis* (*var. aretioides Fries*) und bei *D. tomentosa*. - Diese Form der *D. dubia* ist bis jetzt nur am Märchenpalfen des Rauriser Goldberges in Salzburg gefunden worden.

Draba dubia gehört zu den am längsten bekannten Spezies der Gattung. Schon KASPAR BAUHIN [2] beschrieb sie unter dem Namen *Burea pastoris alpina hirsuta*. Dass er damit wirklich *D. dubia* und nicht *D. tomentosa* meinte, geht aus der Abbildung[3] hervor, die deutlich die länglichen Schötchen der ersteren zeigt. Sie wird also von GAUDIN [4] irrtümlich mit *D. tomentosa* identifiziert. - LINNE [5] zog BAUHINs Synonym zu seiner *D. hirta*, in deren Verbreitungsgebiet er konsquenterweise nun auch die Schweizer Alpen einbezog. Die Folge davon war, dass BAUHINs Pflanze, unsere heutige *D. dubia*, unter den Alpenbotanikern der letzten Jahrzehnte des 18. Jahrunderts ganz allgemein für LINNEs *D. hirta* gehalten wurde und unter diesem Namen auch in der Literatur [6] jener Zeit anzutreffen ist, allerdings mit Einschluss der damals noch nicht unterschiedenen *D. silliquosa M.B.* und wahrscheinlich auch *D. tomentosa Whlbg.* und unter fälschlicher Zitierung von JACQUINs *D. stellata*. An letzterem Umstande war freilich JACQUIN selbst schuld, weil er 1761 seine in der "Enum. stirp. Vindob." [7] aufgestellte *D. stellata* später [8] auf den LINNEschen Namen *D. hirta* umtaufte, sich willig der Autorität LINNEs beugend, der 1771 [9] *D. stellata Jacq.* mit seiner *D. hirta* vereinigt hatte. Aus demselben Grunde beschrieb auch J. E. SMITH [10] die von DICKSON [11] anfangs für *D. stellata Jacq.* gehaltene *D. rupestris R. Br.* unter dem Namen *D. hirta L.*

Diese Verquickung der nordischen *D. hirta L.* und der österreichischen *D. stellata Jacq.* einerseits, die Identifikation der BAUHINschen Pflanze mit *D. hirta L.* andererseits musste notwendig zu fortwährenden Verwechselungen zwischen der Pflanze BAUHINs, d. i. der einstweilen noch namenlosen, späteren *D. dubia Sut.*, mit JACQUINs *D. stellata* führen, sobald die Beschränkung der *D. hirta* auf ein rein nordisches Verbreitungsgebiet bekannt geworden war. Als daher WILLDENOW [12] die Schweizer Pflanze von *D. hirta L.* abtrennte und als selbständige Art neu beschrieb, gab er ihr ganz selbstverständlich den JACQUINschen Namen *D. stellata* und zitierte nicht nur die Synonyme von BAUHIN und VILLARS, sondern auch die von JACQUIN und CRANTZ, sowie deren Abbildungen. Nun ist freilich die Diagnose JACQUINS [13], die von "siliculis oblongis" spricht, sowie die schlechte Abbildung (Schötchen zu lang, Griffel zu kurz gezeichnet) auch an WILLDENOWs Irrtum schuld, aber in der Hauptsache ist die Verwirrung durch die falsche Synonymie LINNEs, JACQUINs und ihrer Zeitgenossen angerichtet worden.

Auf WILLDENOWs Auffassung der *D. stellata Jacq.* fussten nun fast alle zeitgenössischen Botaniker der zwei kommenden Jahrzehnte. Selbst der scharfsinnige WAHLENBERG [14] tadelte WILLDENOW, dass er *D. austriaca Cr.* zu JACQUINs *D. stellata* gezogen habe, da sie voneinander verschieden seien, wobeier freilich Recht hat, wenn er WILLDENOWs und seine eigene *D. stellata* meint, denn *D. austriaca Cr.* deckt sich mit der echten *D. stellata*. Und HOPPE [15] vermutet, dass sogar De CANDOLLEs [16] D. *stellata* vollständig mit der WILLDENOWs, ebenso KOCHs [17] und SPRENGELs [18] und fast aller anderen damaligen Botaniker. Nur SUTER [19] beschrieb sie

---

1) MIELICHHOFER bei SAUTER, Flora XXXII, p. 666; HINTERHUBER, Fl. v. Salzb. p. 25; FRITSCH, Exk.-Fl. v. Ö. p. 248. - 2) Prodr. theatr. bot. III (1620) p. 51. - 3) Pinax theatri bot. (1623) p. 108. - 4) Fl. helv. IV (1829) p. 257. - 5) Syst. nat. 10. ed. (1759) p. 1127. - 6) ALLIONI, Fl. pedemont. I (1785) p. 244; VILLARS Hist. pl. Dauph. III.1. (1789) p. 282 u. a. - 7) p. 113 (1762 . - 8) Fl. Austr. V (1778) p. 15, t. 432. - 9) Mant. II (1771) p. 424. - 10) Fl. Brit. II (1800) p. 677. - 11) Trans. Linn. Soc. II (1794) p. 286. - 12) Spec. pl. (1801) III.1. p. 427. - 13) Enum. stirp. Vindob. (1762) p. 113. - 14) De clim. et veg. Helv. (1813) p. 123. - 15) Flora VIII (1825) p. 76. - 16) Syst. nat. II (1821) p. 346 et Prodr. I (1824) p. 169. - 17) Flora VI (1823) p. 427. - 18) Syst. veg. II (1825) p. 874. - 19) Fl. Helv. II (1802) p. 46.

unter dem neuen Namen *D. dubia*, fand aber mit ihm gar keinen Anklang, teils weil man ihn für unberechtigt hielt, da ja das (vermeintliche) Synonym JACQUINs viel älter war, teils weil SUTERs Diagnose sehr ungenau war und seine neue Pflanze den Zeitgenossen wahrhaft "dubia" scheinen musste, da er nicht nur JACQUINs *D. stellata*, sondern auch LINNEs *D. hirta* und *incana*, SCOPOLIs *D. carnica* und WILLDENOWs *D. nivalis* als Synonyme zitierte..

Als vielmehr SAUTER die echte *D. stellata Jacq.* an ihrem Originalstandorte auf dem Wiener Schneeberg neu entdeckte und ihre Verschiedenheit von der Pflanze WILLDENOWs und De CANDOLLEs erkannte, beschrieb er [1] diese neu unter dem Namen *D. frigida*, der sich binnen kurzem vollständig einbürgerte. Nur REGEL [2] griff noch 1861 zum JACQUINschen Namen zurück, weil er *D. stellata* und *D. dubia* konfundierte und ausserdem *D. nivalis Liljebl.* und *D. siliquosa M.B.* hierherzog. Da er JACQUINs Beschreibung wegen der ovalen Schötchen dadelt, so kann man daraus schliessen, dass er die echte *D. stellata* nicht gekannt hat.

Nacht zu allen Zeiten hat *D. frigida Saut.* für eine eigene Art gegolten. Nech TRAUNSTEINER [3] hält sie 1835 für eine Form von *D. hirta L.*,"zumal WAHLENBERG auch *D. rupestris R. Br.* hieher zieht". Daraus ersieht man, wie nachhaltig die von den alten Autoren angerichtete Verwirrung gewirkt hat. Dann folgten eine Reihe von Botanikern, die sie in nahe Beziehung zu *D. tomentosa* brachten. Während BERTOLONI [4] *D. tomentosa* für eine Form der *D. dubia* hält, ziehen GRENIER und GODRON [5] *D. dubia* als *var. frigida* zu *D. tomentosa*. Ihnen folgten viele andere, namentlich französische Botaniker. Auch TRAUNSTEINER spricht in Zettelnotizen die Ansicht aus, dass *D. frigida* nur eine durch niedrigeren Standort entstandene Form der *D. tomentosa* sei [6], nach UNGER [7] ist sie "nicht einmal eine Abart der Vorhergehenden (d.i. *D. tomentosa)*, geschweige denn eine eigene Art", Er sagt weiter wörtlich: "Die etwas schlankere Form der Schötchen und ihre Haarlosigkeit rührt von grösserem Feuchtigkeitsgenusse während der ersten Entwickelungsperiode her ... wo immer die Pflanze etwas mehr Schatten und Feuchtigkeit erhält, geht sie in die (meist auch in den Vegetationsteilen üppiger gedeihende) *D. frigida* über".

Was von dieser Auffasuung zu halten ist, wurde schon früher gesagt. In neuerer Zeit ist der Name SUTERs wieder zu seinem Rechte gekommen, un zwar war es meines Wissens DALLA TORRE [8], der als erster nach SUTER den Namen *D. dubia* wieder verwendete. Heute ist er in fast allen neueren Florenwerken angenommen.

Die *Var. Kochii* wurde zuerst von KOCH in der 3. Auflage seiner Synopsis [9] beschrieben und von HUTER (im Herbar) "*ciliata*" genannt. Dieser Name wurde 1899 von F. SAUTER [10] veröffentlicht. Doch hatte ihr DALLA TORRE [18] inzwischen den Namen *Kochii* beigelegt, den sie nun zu führen hat. Zu bemerken ist, dass HOSTs [11] *D. frigida* zur Gänze hierhergehört, weil er ihr bewimperte Schötchen zuschreibt.

Die *Var. hebecarpa* ist schon von DE CANDOLLE [12] aufgestellt worden, COSSON nannte sie (im Herbar) *var. lasiocarpa*, ROUY und FOUCAUD [13] beschreiben sie als Subspecies der *D. tomentosa* unter dem Namen *D. lanciformis*.

Draba dubia var. laevipes wurde von DE CANDOLLE [14] als Art beschrieben, von GRENIER und GODRON [15] und den meisten nachfolgenden westeuropäischen Floristen als Varietät zu *D. tomentosa* gezogen, mit Ausnahme BALLs [16], der dagegen Bedenken trägt, ohne sie aber zu begründen.

Die Zwergform, *var. pumila*, wurde zuerst von MIELICHHOFER am Rauriser Goldberg in Salzburg entdeckt und in seinem Herbar als neue Spezies aufgestellt, die dann nach seinem Tode von SAUTER [17] beschrieben wurde. Wegen ihrer lokalen Be-

---

1) Flora VIII (1825) p. 72. - 2) Bull. soc. nat. Mosc. 1861, p. 192. - 3) Flora XVIII (1835) p. 603. - 4) Fl. ital. VI (1844) p. 475 - 475. - 5) Fl. d. Fr. I (1848) p. 123. - 6) Er gibt aber bei beiden 6000' als untere Verbreitungsgrenze an! 7) Über den Einfluss d. Bodens auf d. Vert. d. Gew. (1836) p. 347. - 8) Anl. z. Best. d. Alpenpfl. (1882) p. 178. - 9) p. 58 (1857). - 10) Ö. b. Z. XLIX (1899) p. 368. - 11) Fl. austr. II (1831) p. 240. - 12) Syst. nat. II (1821) p. 346. - 13) Fl. d. Fr. II (1895) p. 213. - 14) l. c. p. 346. - 15) Fl. d. Fr. I (1848) p 124. - 16) Bull. soc. bot. Fr. VII (1849) p. 247-48. - 17) Flora XXXII (1849) p. 666.

schränktheit - sie wurde ausser ihrem Entdeckungsorte nirgends gefunden - blieb die ziemlich unbekannt, weshalb ihre Artnatur von den meisten auf Treu und Glauben hingenommen wurde. Von den wenigen, die sie nur für eine Wuchsform einer anderen *Draba* hielten, wurde sie ausnahmslos zu *D. tomentosa* gezogen. Die Merkmale d. Fruchtexemplars und die Schiefer-Unterlage weisen aber untrüglich auf *D. dubia*.

Zum Schlusse muss ich noch zweier unklarer Synonyme Erwähnung tun, die ich am ehesten zu *D. dubia* stellen möchte. SAUTER [1] beschrieb 1837 vom Solstein bei Zirl in Nordtirol eine weissblühende *Draba*, deren hervorstechendstes Merkmal darin bestand, dass fast alle Blütenstielchen an einem Punkte entsprangen, weshalb er sie *D. umbellata* nannte . Sie war nur 1 Zoll hoch, die Blütenstiele waren spärlich sternhaarig, die Fruchtknoten oblong und glatt, der Griffel kurz. Schötchen waren noch nicht vorhanden, die Blätter waren dicht flaumhaarig. Der Autor gibt an, dass sie der *D. borealis DC.* am nächsten stehe! Die Pflanze wird in der ganzen späteren Literatur nicht mehr erwähnt ausser bei DALLA TORRE [2], der auf die Originalbeschreibung verweist. Nach den angegebenen Merkmalen zu urteilen dürfte es sich am ehesten um *D. dubia* handeln.

1843 beschrieb SCHEELE eine neue Leucodraba zunächst in der "Flora" [3] unter dem Namen *D. stylaris Hoppe* und noch im gleichen Jahre in der Linnaea [4] als *D. Kochiana* wahrscheinlich deswegen, weil der Name *D. stylaris* bereits von GAY an eine Spezies der Sect. *Holarges* vergeben war. Sie unterscheidet sich von der ihr nächst verwandten *D. dubia* nach Aussage SCHEELEs ganz sicher durch längere, dünnere, spärlicher behaarte Fruchtstielchen und länglich-lanzettliche, mit einem deutlichen Griffel versehene Schötchen. HOPPE soll sie im Heiligenbluter Tale gefunden haben. Es handelt sich hier wahrscheinlich um eine stärker behaarte *D. siliquosa*. Da ich aber kein Herbarexemplar gesehen habe, und sie in der Literatur (ausser in einer Fussnote bei STUR [5]) später nicht mehr erwähnt fand, unterlasse ich lieber die Identifizierung und stelle sie als zweifelhaft zu *D. dubia*.

DRABA HUTERI Porta. - Radix fusca, elongata, non vel parce ramosa, rhizoma multiceps, caudiculos numerosos large caespitosos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Folia rosularum ad 6 mm longa, 3 mm lata, in petiolum brevem attenuata vel subsessilia, obtusa, ovalia, undique dense stellato-pilosa, integra vel subdenticulata. Scapus ad 10 cm longus, aphyllus vel 1 - 2-folius, parce pilis stellatis obsitus vel demum glaber. Folia caulina ad 5 mm longa, 3 - 4 mm lata, sessilia, ad basin rotundata, apice acuminata, integra vel subdenticulata. Racemus florifer corymbosus, fructifer elongatus. Pedicelli suberecti, ad 6 mm in maximo longi, siliculis multo breviores, stellato-pilosi vel demum glabri. Flores albi, parvi. Sepala 1,5 mm longa, ovata, sparse pilosa vel glabra. Petala 3 mm longa, apice late rotundata nec emarginata. Siliculae ad 12 mm longae, 2,5 mm latae latitudine sua multo longiores, lineari-lanceolatae, utrinque attenuatae, glaberrimae. Stylus manifestus, 1 mm longus. Semina numerosa (plus quam 10) utroque in loculo.

Synonyma: *D. frigida var. Porta*, exsicc. (1876). - *D. nivea Porta* (non Saut.) exsicc. (1872, 1884, 1900). - *D. Huteri Porta* in sched. pl. ex Tirol. (1878) pro specie; SARDAGNA in Ö. b. Z. XXXI (1881) p. 72 pro var.; EVERS in Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien XLVI (1896) p. 71 pro specie; HUTER in Ö. b. Z. LIV (1904) p. 187 pro var.; DALLA TORRE et SARNTHEIM, Fl. v. Tirol VI.2. (1909) p. 376 pro specie.

Area geographica: In valle di Ledro Tiroliae australis et in valle di Bagolino Lombardiae.

Specimina visa: T i r o l : In valle alpin. Cancei loco unico 21-2200 m solo calcareo (PORTA 1876 als *D. frigida var.* WH); in locis glareosis alpium in Val di Ledro, solo calcareo, 20-2300 m (PORTA 1878 Bha): alpe Gavardina, Giudicarie (PORTA 1876 als *D. nivea* WU); in rupibus alpium montis Gavardina solo calcareo alt. 12-1400 m (PORTA 1900 GU, 1901 GJ, Specimina originalia!). - L o m b a r d e i : Ditio Bresciana, ad rupes calcareas in valle di Bagolino 18-200 m (PORTA 1884 als *D. nivea* WH); Val Vestino (leg. PORTA, comm. HUTER WU).

---

1) Flora XX.1. (1837)p.65.2) DALLA TORRE et SARNTHEIM, Fl. v. Tir. VI.2. (1909) p. 383. - 3) Flora XXVI (1843) p. 322. - 4) Linnaea XVII (1843) p. 348. - 5) Ö. b. Z. XI (1861) p. 194 Anm.

Draba Huteri ist *D. dubia* sehr ähnlich, unterscheidet sich aber durch gewisse Eigentümlichkeiten von ihr auf den ersten Blick. Vor allem ist für *D. Huteri* charakteristisch die längere und schmälere Gestalt der an beiden Enden zugespitzten Früchte, bei denen sich das Verhältnis zwischen Länge und Breite derart darstellt, dass man sie eher als Schoten statt als Schötchen bezeichnen müsste. Konstant ist ferner ein deutlicher, wenn auch ganz kurzer Griffel, während bei *D. dubia* ein solcher meist fehlt. Auffallend ist auch ein gewisses steifes Aussehen, hervorgerufen durch die aufgerichteten, der Traubenspindel angedrückten Fruchtstiele und Schötchen, sowie der zu ausgebreiteter Rasenbildung neigende Wuchs, wie denn überhaupt ein ganz eigenartiger, schwer zu beschreibender Habitus diese Art von allen Verwandten trennt. Wie bei *D. dubia* pflegen auch bei *D. Huteri* die Stengel und Fruchtstiele im Alter manchmal kahl zu werden.

Von *D. siliquosa*, der sie in der Schötchenform nahe kommt, unterscheidet sie sich durch die gegenständige Verzweigung der Sternhaarstrahlen, durch die breiten Stengelblätter, durch die aufgerichteten Fruchtstiele (bei *D. siliquosa* sind sie abstehend) und durch die zwar gleichgeformten, aber in allen Dimensionen um ein geringes grösseren Schötchen sowie durch das stete Vorhandensein eines deutlichen Griffels.

Von *D. tomentosa* unterscheidet sich *D. Huteri* durch die Glabreszenz ihrer oberen Teile und durch kleinere Blüten, durch letzteres Merkmal und durch den kürzeren Griffel auch von *D. stellata*, von beiden und auch von allen übrigen Leucodraben der alten Welt durch die Schötchenform.

Draba Huteri wurde von PORTA im Ledrotale und in dem angrenzenden Gebiet Oberitaliens auf Kalk entdeckt, zuerst für eine Varietät von *D. dubia*, dann für SAUTERs *D. nivea* gehalten und unter diesem Namen in zahlreichen Exemplaren ausgegeben. Trotz SAUTERs zwar ausführlicher, aber ungenauer Beschreibung erkannte PORTA aber bald, dass seine Bestimmung unrichtig war und dass sich seine Pflanze auch in die Beschreibungen anderer Arten schwer einfügte. Er stellte sie daher in seiner 1878 ausgegebenen Collektion "Plantae ex Tirolia" als neue Art auf, indem er sie nach dem um die Erforschung der Tiroler Flora verdienten Pfarrer HUTER benannte. SARDAGNA [1] führte sie 1881 in die Literatur ein, indem er sie, freilich nur mit dem Namen, als neu für das Trentino erwähnte und sie mit *D. dubia* identifizierte, ihr also das Artrecht absprach. Auch EVERS [2] äusserte Zweifel, ob sie eine "gute Art" sei, und vollends HUTER [3] will sie nicht einmal als Varietät gelten lassen. Meines Erachtens spricht aber der Umstand, dass die Pflanze seit mindestens 1876 (aus diesem Jahre liegen mir die ersten Exemplare vor) von PORTA fast alljährlich in grossen Mengen an demselben Standort gesammelt (die letzten von mir gesehenen Stücke stammen aus dem Jahr 1900) ihren kennzeichnenden Habitus sowie ihre Differenzen *D. dubia* gegenüber durch die lange Reihe von Jahren treu bewahrt hat, sowie der Umstand, dass sie als ausgesprochene Lokalspezies nur im Ledrotale und dem angrenzenden italiensichen Gebiet vorkommt, wo *D. dubia* selbst fehlt [4], sehr für den Artcharakter von *D. Huteri*. Die trennenden Merkmale gegenüber *D. dubia* sind viel markanter als z.B. die Unterschiede zwischen *D. Dorneri* und *D. fladnizensis*, und doch haben fast alle Botaniker den Artcharakter der *D. Dorneri* ohne Widerspruch anerkannt, während die wenigen, die von PORTAs *D. Huteri* überhaupt Kenntnis nahmen, sie höchstens als eine etwas abweichende Lokalvarietät von *D. dubia* betrachteten.

DRABA TOMENTOSA Whlbg.. - Radix fusca, elongata, parce ramosa. Rhizoma multiceps, caudiculos sublarge caespitosos singulis foliorum rosulis densis terminatos gerens. Folia rosularum ad 10 mm longa, 3 mm in maximo lata, ovato-oblonga, obtusa, in petiolum 2 - 5 mm longum attenuata, integerrima, rarissime denticulo uno alterove praedita, densissime stellato-tomentosa, rarius ad basin etiam simpliciter ciliata, subincana. Scapus ad 10 cm altus, rarissime omnino deficiens, aphyllus vel

---

1) Ö. b. Z. XXXI (1881) p. 72. - 2) Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien XLVI (1896) p. 71. - 3) Ö. b. Z. LIV (1904) p. 187. - 4) Die zwei Standortsangaben von *D. dubia* im Ledrotale, die DALLA TORRE (Fl. v. Tirol VI.2. p. 377) macht, stammen nur aus der Literatur, u. zw. von Autoren (GELMI, T. HOFMANN), die *D. Huteri* von *D. dubia* nicht unterscheiden.

1 - 3-folius, stellato-pilosus vel subtomentosus. Folia caulina ad 8 mm longa et totidem fere lata, sessilia, late ovata vel subrotundata, obtusa, integra vel denticulata, stellato-tomentosa, subcanescentia. Racemus florifer corymbosus, fructifer subelongatus. Pedicelli ad 10 mm longi, siliculas longitudine subaequantes, erecti vel subpatentes, subdense stellato-pilosi rarius glabrescentes. Flores albi vel pallide lutescentes, majores. Sepala ad 2 mm longa, ovata, pilis praecipue simplicibus et furcatis obsita. Petala 5 - 6 mm longa, sepalis triplo longiora, 2,5 mm in maximo lata, apice late rotundata, non emarginata. Stamina ad basin vix dilatata. Siliculae ad 7 mm longae, ad 3,5 mm latae, latitudine sua duplo longiores, ovatae vel ellipticae nunquam oblongae vel lanceolatae, utrinque rotundatae, pilis simplicibus brevissimis ciliatae, rarius glabrescentes, saepe glaucae, nitidae. Stylus manifestus, vix 0,5 mm longus ac latus. Semina numerosa (plus quam 10) utroque in loculo.

Var. genuina Gr. et Godr. - Foliis stellato-tomentosis, canescentibus; scapo ad 10 cm alto, cum pedicellis dense piloso; floribus saepe pallide lutescentibus; siliculis pilis brevissimis simplicibus ciliatis.

Synonyma: *D. hirta Vill.* (non L.) Hist. pl. Dauph. III.1. (1789) p. 282 pro parte, excl. var. C, excl. syn. omn. non forsitan HALLERi. - *D. tomentosa Whlbg.* De clim. et veg. Helvetiae (1813) p. 123, excl. syn. *D. dubia Sut.* et Fl. carp. princ. (1814) p. 194; DE CANDOLLE, Syst. nat. II (1821) p. 345 et Prodr. I (1824) p. 169; KOCH in Flora VI (1823) p. 434 et in KOCH et RÖHLING, Deutschl. Fl. IV (1833) p. 548 et Syn. (1837) p. 62 et Taschenb. (1844) p. 47; BLUFF et FINGERHUTH, Consp. fl. germ. II (1825) p. 85; GAUDIN, Fl. helv. IV (1829) p. 257 excl. syn. *D. dubia Sut.* et syn. BAUHINi; HOST, Fl. austr. II (1831) p. 239; HOPPE in STURM, Deutschl. Fl. H. 85 (1825); REICHENBACH, Fl. germ. excurs. II (1832) p. 666; HEGETSCHWEILER et HEER, Fl. d. Schweiz (1840) p. 632; SCHEELE in Flora XXVI (1843) p. 322; KITTEL, Taschenb. (1844) p. 874; MALY, Enum. pl. Austr. (1848) p. 276; HAUSMANN, Fl. v. Tirol I (1851) p. 75; NYMAN, Sylloge (1854) p. 199 et Consp. (1878) p. 53, excl. *var. frigida* et syn. *D. humilis Miel, D. nivea Saut.*; STUR in Ö. b. Z. XI (1861) p. 193, excl. syn. *D. Kochiana Scheele*; WILLKOMM et LANGE, prodr. fl. hisp. III (1880) p. 839 excl. var. *β et g*; DALLA TORRE, Anl. (1882) p. 178; DUFTSCHMID, Fl. v. Oberösterr. III (1883) p. 431; JANKA, Crucif. silicul. (1883) p. 108; PACHER et JABORNEGG, Fl. v. Kärnt. I.3. (1887) p. 134; GREMLI, Neue Beitr. V (1890) p. 1; SAGORSKI et SCHNEIDER, Fl. d. Centralkarp. (1891) p. 64; PARLATORE et CARUEL, Fl. ital. IX.3. (1893) p. 767 pro parte; FRITSCH, Exkursionsfl. (1897) p. 249; COSTE, Fl. d. Fr. I (1901) p. 117 pro parte; HUTER in Ö. b. Z. LIV (1904) p. 187; SCHINZ et KELLER, Fl. d. Schweiz I (1905) p. 227; HAYEK, Fl. v. Steierm. I (1909) p. 515; DALLA TORRE et SARNTHEIM, Fl. v. Tirol VI.2. (1909) p. 375; VOLLMANN, Fl. v. Bay. (1914) p. 314; THELLUNG ap. Hegi, Ill. Fl. Mitteleur. IV.39. (1919) p. 382. - *D. tomentosa var. a Ball* in Bull. Soc. bot. Fr. VII)1860) p. 228 excl. syn. *D. stellata β DC.* - *D. tomentosa var. genuina Gren. et Godr.* Fl. d. Fr. I (1848) p. 123; - *D. tomentosa var. typica Fior. et Paoletti*, Fl. analit. d'Ital. I (1877) p. 461 pro parte. - *D. tomentosa var. tomentosa Burnat*, Fl. alp. marit. I (1892) p. 117; ROUY et FOUCAUD, Fl. d. Fr. II (1895) p. 213. - *D. stellata M.B.* (non Jacq.) Fl. taur.-caucas. Suppl. (1819) p. 428; SPRENGEL, Syst. II (1825) p. 874 pro parte. - *D. frigida Bertol.* (non SAUTER), Fl. it. VI (1844) p. 475 pro parte. - *D. lactea var. tomentosa Neilr.* in Ö. b. Z. IX (1859) p. 92 pro parte.

Icones: WAHLENBERG, de clim. et veg. Helv. (1813) t. 3; REICHENBACH, Ic. crit. 8 (1830) t. 764 et Ic. fl. Germ. II, t. 13, f. 4242; STURM, Deutschl. Fl. H. 60 (1832); THELLUNG ap. HEGI, Ill. Fl. Mitteleur. IV.39, t. 135 f. 6.

Var. leiocarpa nov. var. - Siliculis glaberrimis vel ad valvularum oras subciliatis.

Synonyma: *D. tomentosa var. siliculis glabris* PACHER, exsicc. (1853). - *D. tomentosa var, typica Regel* in Bull. soc. nat. Mosc. XXXIV (1861) p. 10..

Var. nivea (Saut.) Hausm. - Rosularum foliis ad basin saepe ciliatis; pedicellis glabris et pilosis; petalis albis; siliculis glaberrimis vel ciliatis.

Synonyma: *D. nivea Saut.* in Flora XXXV (1852) p. 622; NYMAN, Suppl. (1865) p. 35; DALLA TORRE, Anl. (1882) p. 179; GREMLI, Neue Beitr. V (1890) p. 2. - *D. tomentosa*

f. nivea Hausm. Fl. v. Tirol III (1854) p. 1405. - *D. tomentosa var. nivea Sch. et Kell.* Fl. d. Schweiz II (1905) p. 95. - *D. frigida Moritzi* (non Saut.) Pfl. Graubünd. (1839) p. 40. - *D. frigida var. nivea Huter* in Ö. b. Z. LIV (1904) p. 187.- *D. stellata Moritzi* (non Jacq.) Fl. d. Schweiz (1844) p. 148; BERTOLONI, Fl. ital. VI (1844) p. 473 ?; PARLATORE et CARUEL, Fl. ital. IX.3. (1881) p. 768. - *D. rhaetica Brügg.* in Jahresber. Naturf. Ges. Graubünd. XXV (1881) p. 80.

Var. aretioides Hausmann. - Scapo florifero rosulam non superante; racemo reducto paucifloro.

Synonyma: *D. stellata Hargasser* (non Jacq.) in herb. - *D. aretioides Hausm.* te. BACHLECHNER, Beitr. Fl. Brixen, Progr. Gymn. Brixen 1865, p. 19. - *D. tomentosa var. aretioides Hausm.* l. c.

Area geographica: In regione alpina et nivali Pyrenaeorum, Alpium et Carpathorum solo calcareo.

Specimina visa: *Var. genuina*: P y r e n ä e n , ultra 3000 m in Pyrenaeis Aragonensibus (BALL 1863 Ko); Cot de Long, Ht. Pyr. (BORDERE 1899 Ko); Somaoute, Ht. Pyr. (BORDERE WH); ex Pyrenaeis summis, Pic de Gere (DUFOUR 1822 DC); Gavarnie, Ht. Pyr. (BORDERE Bg); Gedre, Pyr. centr. (GRENIER 1866 Ko); Cergue de Troumeaux, Pyren. (BORDERE WH); - W e s t a l p e n : Mt. d'Aurouse près la roche, Htes alpes (BEURLE hb. PITTONI WH); Briançon, Htes alpes, les rochers très élévés (REVERCHON 1867 Ko); Mont Cenis (HUGUENIN Bha); Geb. Savoyens (REITHAMMER GJ); Chaine du Breson, Savoie (DC); Savoie, les rochers calcaires de la Tournette 2360 m (DIDIER Bg). - S c h w e i z : Vallée de Bagne en Valais (WH); Chivon, montagnes sur les mayens de Sion (BION WH); Chermignon, au dessus des Bains de Locche (BION WH); Mte. Rosa, Zermatt (KOTSCHY als *D. hirta* WH); Stockhorn (WH, TRACHSEL WH); Kaisereck (LAGGER WH); e monte Pilato (hb. SCHOTT Bha); in monte Schefler Abbatiszell. (REHSTEINER WH); Säntis, Appenzeller Hochgebirge (REHSTEINER 1847 Bha); Albula, Graubünden (LÖSCH als *D. fladnizensis* WH); Engadin, Berninapass, Piz Alv, Ostgrat, an Felsen, Kalk (HANDEL-MAZETTI 1906 WU). - T i r o l Tirol. occident. monte Presanella in rupibus ad glaciem Presena (EVERS 1893 GU); Scogli di Pozza, Tramontana alla Bocca di Brenta (SARDAGNA 1881 als *D. frigida* WU); auf dem Dosso d'Abramo des Bondon im Tridentinischen (FACCHINI WH); Marmolata, Fasser Thörl (POPPERTZ WH); e rupibus calcar. alpis Schleern prope Botzen (BERNARD Bg); Alp. editior. calvar. Schlern (HUTER 1867 Bha); Schlern (GRABMAYR Ko); Saiseralpe (GJ); Seiseralpe ober der Zahlingerhütte (FENZL WU); Plattkofel im Grödnertal, Kalk, 2800 m (HANDEL-MAZETTI 1906 WU); am Übergangspunkt vom Grödnertal ins Enneberg (ZAHLINGER WU); Nuovalau bei Ampezzo, Gipfelregion, ca 2570 m, Kalk (HANDEL-MAZETTI 1905 WU); Dreizinnenhütte (GINZBERGER et VIERHAPPER 1903 WU); Felsen neben der Plätzerwiese am Fusse des Dürrnsteins im Pustertal 2000 m CZEGKA 1889 CZ); auf den Gipfelhöhen d. Kreuzkofels bei Lienz, Dolomit, 8500 - 8658' selten (STROBL 1871 A); Kerschbaumeralpe (PACHER 1848 KI, EICHENFELD 1885 GJ); Kals am Gr. Glockner (HUTER GJ); Kals, Teuschnitz an der Vanttscharten (HUTER 1866 Bha); Tschidinhorn bei Kals in Tirol (hb. ETTINGSHAUSEN BU); Tirol, centr. in rupium fissuris in monte Leiterberg in Jaufenthal et Telferwiesen solo calcareo, raro, 23-2500 m (HUTER WH); Tirol centr., ad rupes calcareas mtis. Weisspitz ad Sterzing 2700 m (HUTER WH, Bha, Ko); Felsen am Schlüsseljoch, Brenner, 2000 m (CZEGKA Cz); Gschnitztal, Kugelwand bei Trins (KERNER 1874 Bha); Kirchdachspitze bei Trins im Gschnitztale (KERNER 1863 WU hb. KERNER); Humerspitz im Gschnitztal (KERNER 1860 WU hb. KERNER); unter dem Triefer (Westabfall d. Kugelwand) bei Trins im Gschnitztale (KERNER 1874 WU hb. KERNER); in valle Martar prope Gschnitz in Muttenjoch (HANDEL-MAZETTI 1903 WU); Stubaital in Tirol, am hohen Burgstall 2600 m (HANDEL-MAZETTI 1898 WU); Kuppe des hohen Burgstall im Stubaital (KERNER 1869 hb. KERNER); Rafanspitze, Nordtirol 2250 m (WOYNAR hb. MÜLLNER WH); Spitze des Hafelekar (EVERS 1883 GU); Lechleiten im Lechtal (ZIMMETER 1869 WU); Solstein bei Zirl, an den Felsen des Grates über dem Breitental (EVERS 1883 GU); Waldrastspitze (Serlos) bei Innsbruck 8400' (KERNER GU); in cacumine mtis. Serlos ad Innsbruck (KERNER WH); Solstein bei Innsbruck (MÖSSMER Bg); Tarntaler Köpfe am Übergang von Navis ins Wattental (KERNER WU); Nordtirol, Felsen am Sonnenwendjoch, selten (WOYNAR W); Marchspitze am Sonnenwendjochgebirge bei Brixlegg (WOYNAR 1883 Cz); Unnutz im Achental (hb. KERNER 1861 DU); Kitzbühler Horn

(TRAUNSTEINER 1839 WH, DC); Kitzbühler Horn, Kaiserberg, gr. Wetterstein, Gaisstein und andere hohe Gebirge (TRAUNSTEINER WH); Gaisstein bei Kitzbüchl (SCHMUCK als *D. nivalis* WU); Streitegger Jufen oberhalb der Brunnalpe, wo sie HOPPE zuerst fand (TRAUNSTEINER S). - O b e r b a y e r n : Algäuer Alpen, Linkerskopf (SENDTNER M); Salzbühl am Biberkopf im Algäu (HOLLER 1857 M); Rauhhorn (SENDTNER 1852 M); Gottesackerwände (SENDTNER 1849 M); Krotenspitze, Dolomit bei 7300' (SENDTNER 1849 M); Vorderer Schroffen an der Mädelergabel 6000' Dolomit (SENDTNER 1849 M); Zugspitze ober dem Kamin (SENDTNER 1853 M); Gamsangerl am Wettersteingebirge (SENDTNER 1849 M); Karwendel 6995-7000' (SENDTNER M); von den Felsritzen auf der Sojernspitze bei Mittenwald (EINSELE 1836 M); in Felsritzen am nördlichen Gewände des Trausnitzberges oder Schinders bei der alten Kaiserklaus (1851 M); Gipfel des kleinen Teufelshornes 6869' (SENDTNER 1859 M); Blaueistal N. Th. 5591' (SENDTNER 1850 M); aus den obersten Felsritzen des Schneibsteines 7000' in Berchtesgaden (EINSELE 1875 M); Watzmann bei Berchtesgaden, Felsen zwischen Hocheck und Mittelspitze (VIERHAPPER 1893 WU); auf Hochalpen auf dem Göll, Watzmann (HINTERHUBER S); Rauchfang am Göll (BERGER M); in summis alpibus Brett, Berchtesgaden (SCHULTES jun. 1824 M). - S a l z b u r g : Kamerlinghorn zwischen Berchtesgaden und Lofer (SPITZEL M); Kamerlinghorn bei Lofer (SPITZEL M); auf dem Kammerlhorn unweit Lofer im salzburgischen Gebirge (MIELICHHOFER WH); Lofer, Nebelsberg (SPITZEL WH); Steinernes Meer (SPITZEL S, WU); an nackten Felsen auf dem Speiereck bei Mauterndorf (HINTERHUBER als *D. stellata* S). - K ä r n t e n : Pasterzegletscher am Gr. Glockner (BIRNBACHER Bg); Gamsgrube (1850 Kl); Malnitzer Tauern (MALY WH); Klomnock (KOHLMAYR Kl); Kremsalpe, Stangalpengebiet (1862 Kl); Hochstadl Ostgrat (DOLENZ Cz); Grat zwischen Hochstadl (Unholde) und Rudnikkofel 2350 m (JABORNEGG als *D. frigida* Cz); Hochjauken zwischen Drau und Gailtal, höchste Felsen am Nordabsturze 7000' Kalk (JABORNEGG 1877 Kl); Höchst selten in Felsritzen am Lantschur bei Lind im oberen Drautal 7000' (JABORNEGG 1873 Kl); Gartnerkofl (PACHER 1853 Kl); Gailtal, an Felsen an der Höhe des Gartnerkofls 6000' Kalk (JABORNEGG 1865 Kl); höchste Felsen der Kühweger Alpe (JABORNEGG WH); in rupibus montis Wischberg solo calc. 2200 m (HUTER 1882 Bha). - K r a i n : E vertice montis Terglou (BALL 1865 als *D. frigida* Ko); Wocheiner Alpen, Kotschna (MALY 1850 Bg). - S t e i e r m a r k, Dachstein 9000' (HINTERHUBER als *D. frigida* WH, WETTSTEIN 1895 als *D. stellata* WU); auf Felswänden zwischen Dachstein und Mitterspitz ziemlich häufig, Dachsteinkalk 9300' (STROBL 1869 A); in der Tuchma-Alpe bei Kleinsölk (STROBL GJ); von den weissen Kegeln zum Seekahrspitz hinüber auf Felswänden, in der Tuchma bei Kleinsölk, Urkalk 7000' (STROBL 1870 A). - U n g a r n : Drechselhäuschen (VRABY, Fl. d. Zips 1886 WU hb. ULEPITSCH); montes Magyas Tatra, in fissuris rupium Vaskapu montium Belai mesherasch (JAVORKA Bhu); hohe Tatra, Belaer Kalkalpen, südl. Ausläufer des Stierberges (Bujyczy Vrch) 17-1800 m, Substr. Kalk (GYÖRFFY 1917 Ko); m. Magyas Tatra, in rupibus graniticis ad pedem montis Dery csucs supra lacus Öttl, alt. 2300 m (KÜMMERLE et TIMKA Bhu).

Var. leiocarpa: Alpes de Bex (THOMAS, hb. PITTONI WH); Suleck, Berner Oberland (hb. LÖSCH WH); Tirol, Solstein bei Zirl an den Felsen des Grats über dem Breitental (EVERS 1883 GU); Riesskofel (PACHER 1833 "siliculis vix ciliatis glabrisve" Kl); Gartnerkofel (PACHER 1853 "siliculis glabris" Kl); Hohe Tatra, Belauer Kalkalpen, südliche Ausläufer des Stierberges (Bujaczy Vrch) 17-1800 m, Kalk (GYÖRFFY 1917 Ko).

Var. nivea: Pizlate, Engadine basse, Grisous (MURAT WH als *D. tomentosa*); Tirolia centralis, in monte Kirchdach vallis Gschnitz solo calcareo perrara (SCHAFFNER 1891 hb. EICHENFELD GJ).

Var. aretioides. - Kerschbaumeralp (HARGASSER als *D. stellata* M, EICHENFELD 1889 GJ).

Draba tomentosa ist weniger variabel als *D. dubia*, in ihren Merkmalen daher viel charakteristischer. Sie ist leicht kenntlich an der filzigen Behaarung aller vegetativen Teile, an der bedeutenden Blütengrösse, in der sie nur durch *D. stellata* und *D. supranivalis* etwas übertroffen wird, und auch an der kurzen, feinen Bewimperung der stets ovalen Schötchen. Das Merkmal der Schötchenbewimperung ist aber nicht konstant.

Von *D. dubia* unterscheidet sich *D. tomentosa* durch die schon bei der Besprechung jener Art angeführten Merkmale: durch die Blütengrösse, und Schötchenform. Nicht ganz so sicher ist das Merkmal der längeren Fruchtstiele bei *D. tomentosa* gegenüber den kürzeren bei *D. dubia*, ferner die etwas kleinere, gedrungenere Statur und der längere Griffel der *D. tomentosa*. Von *D. stellata* ist sie durch den viel kürzeren Griffel, die dichte Behaarung auch der oberen Stegelhälfte und der Blütenstiele, durch die abgerundeten, nicht ausgerandeten Kronblätter, durch die nicht verbreiterten Filamentbasen und, wenigstens in ihrer typischen Form, auch durch die Bewimperung der Früchte zu trennen. *D. Pacheri* unterscheidet sich von *D. tomentosa* durch kahle, der Traubenspindel anliegende Schötchen, *D. Huteri* durch die schmalen, langen, lanzettlichen, kahlen Früchte, *D. Simonkaiana* durch den längeren Griffel und die verbreiterten Filamentbasen, *D. Dörfleri* durch ihre Filamentanhänge und dicht sternhaarigen Schötchen, *D. lasiophylla* und *D. armena* ebenfalls durch sternhaarige Früchte sowie durch kleinere Blüten und schmälere Stengelblätter. Die Glieder der andern *Leucodraba* -Gruppen sind von *D. tomentosa* leicht zu trennen durch die Gruppencharaktere, also vor allem durch die Haarform und Schötchengrösse.

Wie schon erwähnt, neigt *D. tomentosa* weniger zu Abweichungen vom Typus als die andern Leucodraben. Ausser einer seltenen und wenig auffälligen kahlfrüchtigen Form (*var. leïocarpa*) gehört zu *D. tomentosa* auch SAUTERs viel umstrittene *D. nivea*. Sie hat meist (aber nicht immer) kahle Fruchtstiele und Schötchen, etwas breitere, schneeweisse Kronblätter und einen schwärzlich grünen Kelch. In getrocknetem Zustande ist sie, zumal in ihrer behaarten Form, kaum von der gewöhnlichen *D. tomentosa* zu unterscheiden. Im lebenden Zustande soll sie nach Aussage ihres Enteckers durch gewisse habituelle Eigentümlichkeiten (steife Stengel etc.) sehr auffällig sein. Da die Pflanze sehr selten ist, war ich nicht in der Lage, sie in lebendem Zustande zu sehen. Auch ein Originalexemplar von SAUTER konnte ich trotz mehrfachen Bemühungen nicht bekommen. Von den zwei Stücken, die ich in der Hand hatte, stammte eines vom klassischen Standort Piz Lat im Engadin und unterschied sich von *D. tomentosa* in der Behaarung nicht (weshalb es auch von ihrem Sammler MURAT als solche bestimmt wurde), sondern nur in den übrigen angegebenen Merkmalen. Das zweite, von SCHAFFERER im Gschitztal in Tirol gesammelte, hatte kahle Schötchen und Fruchtstiele. Seine Identität mit *D. nivea* wird von HUTER [1] bestätigt, der Gelegenheit hatte, es mit Originalexemplaren zu vergleichen.

Endlich tritt *D. tomentosa* auch in einer Zwergform auf, wie es solche auch bei andern Leucodraben (*D. fladnizensis* und *D. dubia*) gibt. Ganz wie letztere ist diese *var. aretioides* der *D. tomentosa* bis jetzt nur an einem Ort gefunden worden, nämlich auf der Kerschbaumer Alm bei Lienz in Tirol. Sie wurde dort von HARGASSER 1821 [2] und von EICHENFELD im Jahre 1889 gesammelt, hat sich also in einem Zeitraum von mehr als 60 Jahren konstant erhalten. Beide Exemplare habe ich gesehen.

D. tomentosa ist eine typische Kalkpflanze. Am verbreitetsten ist sie auf den triassischen Kalken und Dolomiten der nördlichen und südlichen Kalkalpen, aber auch auf Urkalk der Zentralkette findet man sie. Urgestein hingegen meidet sie streng. Wenn trotzdem von manchen, namentlich französischen und spanischen Autoren [3] ein Vorkommen von *D. tomentosa* auf Urgestein behauptet wird, so lässt sich das sehr leicht daraus erklären, dass jene Forscher die Urgesteinspflanze *D. dubia* als Varietät der *D. tomentosa* auffassen. Es ist interessant, dass *D. tomentosa* das Vermögen besitzt, auch verhältnismässig kleine Kalkinseln im Urgebirge aufzuspüren und sich auf ihnen anzusiedeln, was den Anschein erweckt, als ob sich das Verbreitungsgebiet der *D. tomentosa* mit dem der *D. dubia* deckte. Das ist aber für gewöhnlich nicht der Fall, zumindest nicht im Urgebirge, während sich in den Kalkalpen an manchen Stellen die Areale beider Arten durch sekundären Übertritt von

---

1) Ö. b. Z. LIV (1904) p. 187. - 2) HARGASSER verunglückte 1824 in den Berchtesgadener Bergen. Die Etikette trägt keine Jahreszahl, aus dem Auszuge seines Reisetagebuches geht hervor, dass er auf der Kerschbaumer Alm am 9. und 10 Sept. 1821 "*D. hirta*" sammelte. - 3) z.B. BOULLE (Bull. soc. bot. Fr. XXVIII (1881) p. 322): Pic de Bat Laetouse, Granit.

D. dubia auf Kalk ineinanderschieben.

Bezüglich der geographischen Verbreitung muss bemerkt werden, dass *D. tomentosa* in der Sierra Nevada nach dem Zeugnisse WILLKOMMs [1] fehlt, der sie aber auch in den spanischen Pyrenäen vermisst; letztere Angabe ist höchst unwahrscheinlich und scheint mir durch ein Herbarexemplar BALLs ("in Pyrenaeis Aragonensibus") widerlegt. Die Sierra Nevada jedoch besteht vorwiegend aus Urgestein u. es ist wohl möglich, dass *D. tomentosa* dort fehlt. Da ich neuere Literatur über die Flora der Sierra Nevada fast gar nicht gesehen habe, weiss ich nicht, ob nicht inzwischen *D. tomentosa* doch dort aufgefunden wurde.

In den West-[2] und Hochpyrenäen [3] ist ihre Verbreitung sicher gestellt, in den Ostpyrenäen zweifelhaft.

In den Seealpen fehlt *D. tomentosa* nach den übereinstimmenden Zeugnissen der massgebenden Autoren [4], ich sah auch kein Herbarexemplar aus diesem Gebiete. In den Cottischen und Dauphinéer Alpen tritt sie wieder auf und besiedelt nun die Kalkgebirge des ganzen Alpenzuges bis zu einer Linie, die ungefähr vom Attersee über das Ausseer Gebiet, den Grimming, die Sölkeralpen und das Stangalpengebiet zur Drau zieht. Von dort verläuft die Linie irgendwo über die Westkarawanken ins Savetal. In den nördlichen Kalkalpen wird *D. tomentosa* östlich von dieser Linie durch *D. stellata Jacq.* vertreten, die ihr sehr nahe verwandt ist. Dasselbe gilt auch in den südlichen Kalkalpen, nur ist hier über die Verbreitung der *D. stellata* fast gar nichts bekannt, es kann daher die Ostgrenze für *D. tomentosa* nur mutmasslich angegeben werden.

Da also *D. tomentosa* in den östlichen Kalkalpen fehlt, ist es unso affallender, dass sie in den Karpathen wieder auftritt, nämlich in der Hohen Tatra, die bekanntlich grösstenteils aus Kalk besteht. Schon STUR [5] betont, dass *D. tomentosa* hier in ganz ebenso typischer Form auftritt wie in den Alpen und daher WAHLENBERGs [6] Angabe, dass die Schötchen weniger ausgebildet seien, auf zufälliger unvollkommener Entwickelung des beschriebenen Exemplars beruht. Die von mir gesehenen Stücke aus der Tatra unterscheiden sich in nichts von denen aus den Alpen. Sogar die kahlfrüchtige Form ist hier wieder zu finden.

Östlich von der Tatra findet man *D. tomentosa* nicht mehr. Für Siebenbürgen wird sie von SCHUR [7] nur irrtümlich angegeben, indem er *D. Kotschyi* mit ihr verwechselte.

Was die Verbreitung der Varietäten anbelangt, so wurde schon darauf hingewiesen, dass die kahlfrüchtige Form sehr selten und im Gebiete der typischen *D. tomentosa* vorkommt, dass ferner *var. aretioides* meines Wissens bis jetzt nur an einem Punkte, der Kerschbaumer Alm in Tirol, gefunden wurde. *D. tomentosa var. nivea* wurde zuerst am Pizlat in Graubünden, dann noch an einigen wenigen Orten in der Schweiz [8] und in Tirol [9] entdeckt. Sie ist eine sehr seltene Pflanze u. scheint in den Pyrenäen, Ostalpen und Karpathen zu fehlen. Der Fundort, den VULPIUS [10] für Kärnten angibt, nämlich der Stern im Katschtale, muss gestrichen werden. Weder vorher noch nachher hat dort jemand *D. nivea Saut.* gesammelt, wohl aber entdeckte STUR einige Jahre später am Stern *Draba Pacheri*, die vielleicht von VULPIUS, wegen ihrer kahlen Schötchen und wegen ihres abweichenden Habitus für *D. nivea* gehalten worden war. War aber VULPIUS, der doch *D. tomentosa var. nivea* an klassischen Standort gesehen und in Mengen gesammelt hat [11], hier ein solcher Irrtum unterlaufen, so ist auch sein Fund in den Berner Alpen sehr skep-

---

1) WILLKOMM et LANGE, Prodr. III, p. 840: "hucusque in Hispania nondum observata". - 2) BOULLE l.c.: Pic du Midi d'Ossau, Basses Pyr.. 2885 m. - 3) VALLOT in Bull. soc. bot. Fr. XXXII (1885) p. 133; ROUY et FOUCAUD, Fl. d. Fr. II (1895) p. 213 Siehe Spec. vis.! - 4) BALL in Bull. soc. bot. Fr. VII (1860) p. 228; BURNAT, Fl. alp. marit. I, p. 118. - 5) Ö. b. Z. XI (1861) p. 221. - 6) Fl. carp. princ. (1814) p. 194. - 7) Sertum (1853) nr. 282; vergl. STUR l.c. p. 152. - 8) Rawyl in d. Kalkalpenkette zwischen Bern und Wallis nach VULPIUS in Flora XXXVIII (1855) p. 15. - 9) Kirchdach im Gschnitztal nach HUTER Ö. b. Z. LIV, p. 187 (cf. auch Spec. vis.!). - 10) in Flora XXXVIII (1855) p. 15. - 11) Flora XXXVII (1854) p. 208. - Nach KILIAS (zitiert bei DALLA TORRE u. SARNTHEIM, Fl. v. Tir. VI, 2 p. 378) hat VULPIUS die Pflanze am Pizlat ausgerottet.

tisch zu beurtteilen. Dagegen scheint mir die Ansicht GREMLIs [1] sehr wahrscheinlich, dass BERTOLINs [2] und MORITZIs [3] *D. stellata* mit *D. tomentosa var. nivea* identisch sei und es wären daher auch die diesbezüglichen Standorte (Mte. Braulio und Generoso nach BERTOLONI, Wormser Joch nach MORITZI) in das Verbreitungsgebiet der Pflanze einzugliedern.

Bezüglich der Höhenverbreitung von *D. tomentosa* gilt Ähnliches wie von *D. dubia* und *D. fladnizensis*. Auch sie wurde von SAINT LAGER [4] im Mont-Blanc-Gebiet bei 3460 m, am Theodulpass bei 3350 m beobachtet. Die tiefste Stelle, an der *D. tomentosa* gefunden wurde, ist nach einer Notiz von BALL [5] der Sattelpass in den Nordkarpathen mit einer Höhe von 4000 Fuss. Jedenfalls liegt auch bei dieser Art das Haupt-Verbreitungsgebiet zwischen 2000 und 3000 m.

Die Geschichte der genuinen *D. tomentosa* ist kurz. Während sie von den Botanikern des 18. Jahrunderts meist zu der als *D. hirta L.* oder *D. stellata Jacq.* gehenden *D. dubia* gezogen worden war [6], wurde sie von WAHLENBERG [7] zuerst neu beschrieben und abgebildet. Sie war wenig Verwechselungen ausgesetzt, was mit ihrer Merkmalsbeständigkeit zusammenhängt.

Im Gegensatz hiezu waren und sind die Ansichten über die Varietät *nivea* ziemlich verschiedenartig. Im Jahre 1851 wurde sie von einem Gasteiner Bergarbeiter FREYBERG, der sich aus dem Verkauf von Alpenpflanzen einen Nebenerwerb machte, u. zu diesem Zwecke in seinen freien Stunden eifrig zu sammeln pflegte, und der damals als Soldat in der Festung Finsterm̈inz station iert war, auf dem benachbarten Pizlat entdeckt und (mit vielen andern Pflanzen) an SAUTER gesendet, der sie im darauffolgenden Jahre in der Flora [8] zwar ausführlich, aber ziemlich ungenau beschrieb, und zwar als Art unter dem Namen *D. nivea*. Schon im Juli 1853 suchte VULPIUS den Stadort auf und fand die Pflanze, allerdings erst am Beginn der Blüte, "mitten unter einer Menge von *D. tomentosa*"[9]. Da auch *D. aizoides* in der Nähe war, hielt er sie trotz den schneeweissen Blüten für einen Bastard zwischen *D. aizoides* und *D. tomentosa*, gab aber diese Ansicht bald wieder auf, als er *D. nivea Saut.* im Berner Oberland ohne Begleitung der vermeintlichen Eltern wieder fand[10]. Er erklärte sie nun für eine "Standortsform" von *D.. tomentosa*. Dieser Meinung hatte HAUSMANN [11] schon ein Jahr vor VULPIUS Ausdruck gegeben. Sie fand ziemlich allgemeine Annahme, und mit Recht, denn die geringen Differenzen in der Behaarung, die nicht einmal konstant sind, und in der Blütengrösse und -Farbe, die ebenfalls schwanken, reichen zur Begründung einer selbständigen Art nicht hin. HUTER [12] hielt sie für eine grossblütige *D. dubia*, doch weisen sie Blütengrösse und Schötchenform zu *D. tomentosa*. Ihre stärker behaarte Form, die MORITZI schon 1832 auf dem Stilfserjoch gesammelt hatte und die sich nach BRÜGGER [13] von der typischen *D. tomentosa* "durch grössere, gelblichweisse (!) Blüten mit grünen Kelchen und laxerem Habitus" unterscheidet, beschrieb dieser Autor als *D. rhaetica*.

DRABA PACHERI Stur. - Radix pallide fusca, elongata, parce ramosa. Rhizoma pluriceps, paucos caudiculos caespitosos singulis foliorum rosulis terminatos gerens, Folia rosularum 10 mm longa, 2,5 - 3 mm in maximo lata, lingulato-lanceolata, acutiuscula, ad basin attemuata, integerrima vel vix denticulata, subdense stellato-pilosa. Scapus ad 10 cm altus, aphyllus vel 1 - 2-folius, in toto stellato-pilosus. Folia caulina 6 - 8 mm longa, 2 - 3 mm in maximo lata, sessilia, oblonga vel sublanceolata, obtusa vel acutiuscula, subdenticulata, stellato-pilosa. Racemus florifer conferte corymbosus, fructifer semper elongatus. Pedicelli fructiferi 2-3 mm longi, siliculis semper breviores, erecti, rachidi paralleli, stellato-pilosi. Flores albi, parvi. Sepala 1,5 - 2 mm longa, ovata, laxe pilosa vel glabrescentia. Petala 3 - 4 mm longa, apice rotundata vel subemarginata. Siliculae 6 mm

---

1) Neue Beitr. z. Fl. d. Schweis V (1890) p. 2. - 2) Fl. ital. VI (1844) p. 473. - 3) Fl. d. Schweiz (1844) p. 148. - 4) Ann. soc. bot. Lyon 1878-79, Mem. cmpt. rend. seanc. p. 280. - 5) Bull. soc. bot. Fr. VII (1860) p. 228. - 6) ALLIONI, Fl. pedemont. I (1785) p. 244; VILLARS, Hist. pl. Dauph. III.1. (1789) p. 282; WILLDEOW, Spec. pl. III.1. (1801) p. 427. - 7) De veg. et clim. Helv. (1813) p. 123. - 8) p. 622 (1852); 9) Flora XXXVII (1854) p. 208. - 10) FLORA XXXVIII (1855) p. 15. - 11) Fl. v. Tirol III. Nachträge (1854) p. 1405. - 12) Ö. b. Z. LIV (1904) p. 187- - 13) Jahresb. naturf. Ges. Graub. XXV (1880/81) p. 80.

longae, 3 mm in maximo latae, latitudine sua duplo longiores, ovatae, utrinque rotundatae, glaberrimae. Stylus perbrevis sed manifestus, 0,5 mm longus. Semina numerosa (plus quam 10) utroque in loculo.
Synonyma: *D. Pacheri Stur* in Ö. b. Wochenbl. V (1855) p. 49; NYMAN, Suppl. syll. (1865) p. 35; DALLA TORRE, Anl. (1882) p. 178; JANKA, Crucif. silicul. (1883) p. 108; PACHER et JABORNEGG, Fl. v. Kärnt. I.3. (1887) p. 137; FRITSCH, Exkursionsfl. f. Österr. (1897) p. 249. - *D. dubia var. Pacheri Thellung* ap. Hegi, Ill. Fl Mitteleur. IV.39 (1919) p. 384.

Area geographica: In Carinthia in montibus vallis Katschtal.

Specimina visa: Stern im Katschtal (PACHER WH, KL, specimina originalia!); Stern im Katschtal Kärntens, auf Kalk 7 - 8000' (BIRNBACHER WH, Bg, Kl); Sterneck im Katschtale (BIRNBACHER Kl); Spitze des Weisseck im Katschtale Kärntens, auf Kalk (BIRNBACHER 1856 WH).

Draba Pacheri ist eine pflanzengeographische Lokalspezies, hervorgegangen aus *D. tomentosa*, zu der sie sich geradeso verhält, wie *D. Huteri* zu *D. dubia*, D. *Dornerizu D. fladnizensis*. Dass nicht *D. dubia* [1], sondern *D. tomentosa* die Stammspezies ist, wird nahe gelegt durch den Umstand, dass *D. tomentosa* am Standort von *D. Pacheri* fehlt, *D. dubia* aber samt *D. fladnizensis* reichlich vorhanden ist[2] dass aber nahe verwandte pflanzengeographische Arten nach WETTSTEIN sich in ihren Arealen wechselseitig ausschliessen. Daher bin ich geneigt, *D. Pacheri* von *D. tomentosa* und nicht von *D. dubia* abzuleiten, obwohl sie dieser in der Kahlheit der Schötchen und namentlich durch die kleinen Blüten nahekommt. Mit *D. tomentosa* hat sie vor allem die ovale Schötchenform, ferner den stets vorhandenen, wenn auch sehr kurzen Griffel und ihre Kalkstetigkeit gemeinsam. Von beiden sowie von allen übrigen alpinen Leucodraben unterscheidet sich *D. Pacheri* auf den ersten Blick durch den eigentümlichen Habitus der Fruchttraube, Die Fruchtstiele stehen vertikal nach aufwärts und legen sich eng an die Traubenspindel an. Auf ihnen sitzen aufrecht die ovalen Schötchen, ebenfalls dicht an die Spindel angepresst. Der ganze Habitus erinnert stark an gewisse Glieder der *rupestris*-Reihe, z.B. *D. scandinavica Liljebl.*

Ein anderes Merkmal wird schon von STUR besonders hervorgehoben und hat auch in DALLA TORREs [3] und FRITSCHs [4] Bestimmungstabellen Eingang gefunden. Es bezieht sich auf die Färbung der Blätter, die oberseits gelblich, unterseits dunkel grün sein sollen. Ich habe dieses Merkmal nur bei einigen Stücken gefunden u. halte es daher für unbeständig. Freilich war es mir nicht möglich, eine lebende Pflanze dieser seltenen Spezies zu bekommen und im Herbar mögen die Farben der Blattseiten nachträglichen Veränderungen unterliegen. Doch konnte ich, wie gesagt, die Erscheinung an einigen Herbarexemplaren ziemlich gut sehen, an andern gleich alten waren die Blätter ober- wie unterseits gleich gelblichgrün gefärbt.

Draba Pacheri wurde vom Pfarrer DAVID PACHER auf dem Stern im Katschtale Kärntens entdeckt, von STUR nach ihm benannt und 1855 zuerst beschrieben und zwar als Art, nicht als Varietät der *D. dubia*, wie DALLA TORRE [5] behauptet. Sie ist seither nirgends anderswo als in ihrem Entdeckungsgebiet gefunden worden. SCHUNKs[6] Angabe von einem Vorkommen auf den Rosszähnen am Schlern in Südtirol ist irrig u. dürfte auf Verkennung einer kahlfrüchtigen *D. tomentosa* beruhen . Es fehlt auch der Herbarbeleg. Demnach ist dieser Standort bei DALLA TORRE, der sich ausdrücklich auf SCHUNCK beruft, zu streichen.

DRABA STELLATA Jacq. - Radix fusca, parce ramosa. Rhizoma multiceps, caudiculos caespitosos singulis foliorum rosulis densis terminatos gerens. Folia rosularum ad 10 mm longa, 3 mm in maximo lata, lanceolata vel ovato-oblonga, obtusa v. acutiuscula, denticulata v. integerrima, dense stellato-pilosa vel subtomentosa. Scapus 4 - 7, raro ad 10 cm altus, rarissime omnino deficiens, 1 - 3-folius, inferne stellato-pilosus superne glabrescens vel laxe stellato-pilosus. Folia caulina ad 7 mm longa, 3 mm in maximo lata, sessilia, ovata vel lanceolata, acumina-

---

1) SCHUNCK hält sie für eine Varietät der *D. dubia* (Ö. b. Z. XXVIII, 1878, p. 337). - 2) Vergl. STUR in Ö. b. Wochenbl. V (1855) p. 156. - 3) Anleitung (1882) p. 178. - 4) Exkursionsfl. (1897) p. 249 et 2. ed. (1909) p. 273. - 5) DALLA TORRE u. SARNTHEIM, Fl. v. Tirol VI.2. (1909) p. 378. - 6) Ö. b. Z. XXVIII (1878) p 337.

ta vel obtusa, denticulata, stellato-pilosa. Racemus florifer corymbosus, fructifer subelongatus. Pedicelli fructiferi 10 - 12 mm longi, siliculis longiores, oblique patentes, glabri rarius stellato-pilosi. Flores albi, magni. Sepala 2 mm longa, oblonga vel ovata, glabra. Petala 6 - 8 mm longa, sepalis 3 - 4-plo longiora, 4 mm in maximo lata, apice subemarginata. Stamina longiora ad basin dilatata. Siliculae ad 6 mm longae, 3 - 3,5 mm latae, latitudine sua duplo longiores, ovatae, late lanceolatae vel oblongae, glaberrimae rarissime subciliatae. Stylus manifestus, 1 - 3 mm longus. Semina pauca (ad 8) utroque in loculo.

Var. genuina. - Pedicellis et siliculis cum superiore scapi parte glaberrimis.

Synonyma: *D. stellata Jacq.* Enum. stirp. Vindob. (1762) p. 113 et Observ. (1762) p. 256; GEBHARD, Verz. d. i. Steierm. beob. Pfl. (1821) p. 99; SAUTER in Flora VIII (1825) p. 72; HOPPE ap. STURM, Deutschl. Fl. H. 65 (1832). - REICHENBACH, Fl. germ. excurs. II (1832) p. 666; RÖHLING et KOCH, Deutschl. Fl. IV (1833) p. 549; KOCH, Synops. (1837) p. 63 et Taschenb. (1844) p. 47; MALY, Fl. styriaca (1838) p. 13; SCHEELE in Flora XXVI (1843) p. 323; KITTEL, Taschenb. (1844) p. 874; MALY, Enum. pl. Austr. (1848) p. 277; HAUSMANN, Fl. v. Tirol I (1851) p. 75, excl. loc.; NYMAN, Sylloge (1855) p. 199 et Consp. (1878) p. 53; NEILREICH, Fl. Niederösterr. III (1883) p. 431; JANKA, Crucif. silicul. (1883) p. 108; DUFTSCHMID, Fl. v. Oberösterr. III (1883) p. 431; FRITSCH, Exkursionsfl. (1897) p. 248; THELLUNG ap. HEGI, Ill. Fl. Mitteleur. IV.39 (1919) p. 381. - *D. austriaca Crantz*, Stirp. austr. I (1762) p. 10; HEGETSCHWEILER et HEER, Fl. d. Schweiz (1840) p. 632 ex locis; BECK, Fl. v. Niederösterr. (1890) p. 471; HALACSY, Fl. v. Niederöst. (1896) p. 63; DALLA TORRE et SARNTHEIM, Fl. v. Tirol VI.2. (1909) p. 378; HAYEK, Fl. v. Steierm. I.7. (1909) p. 516 et Schedae 19/20 Lief. (1910) p. 24. - *D. hirsuta Cr.* Class. Crucif. (1769) p. 95. - *D. hirta Jacq.* (non L.) Fl. austr. V (1778) p. 15. - *D. saxatilis Mert. et Koch* ap. KOCH in Flora VI (1823) p. 435; BLUFF et FINGERHUTH, Com. fl. germ. II (1825) p. 85. - *D. macrantha Vest* ap. REICHENBACH, Pl. crit. III. 11 (1825). - *D. Johannis Host*, Fl. austr. II (1831) p. 240; HOPPE ap. STURM, Deutschl. Fl. H. 65 (1832)? - *D. Joannis Maly*, Fl. styr. (1838) p. 14 pro parte, excl. syn. *D. carinthiaca Hoppe.* - *D. frigida Schur* (non Saut.) in V. u. Mitt. Siebenb. Ver. Naturw. X (1859) p. 143. - *D. stellata var. glabriuscula Schur*, Enum. pl. Transs. (1866) p. 65, excl. locis.

Icones: JACQUIN, Enum. stirp. Vindob. et Obs. (1762) t. IV, f. 3 et Fl. austr. (1778) V, t. 432; CRANTZ, Stirp. austr. I (1760?) t. 1 f. 4 et Class. Crucif. (1769) t. 1, f. 4. - STURM, Deutschl. Fl. H. 60 (1832); REICHENBACH, Ic. fl. Germ. II, t. 13, f. 4243; ENGLER-PRANTL, Nat. Pflfam. III.2. p. 187 f. E; HEGI, Ill. Fl. Mitteleur. IV. 39 (1919) p. 381 f. 381.

Var. trichopedunculata Rom. - Pedicellis sparse stellato-pilosis; siliculis glabris, rarius pilis simplicibus brevissimis ciliatis; stylo breviore.

Synonymon: *D. stellata var. trichopedunculata Ronniger*, Verh. Zool-Bot. Ges. Wien LXIX (1919) p. (105).

Area geographica: In regione alpina et subalpina Alpium calcarearum Austriae superioris et inferioris, Styriae, Carinthiae, Carnioliae.

Specimina visa: *Var. genuina.* - O b e r ö s t e r r e i c h : Traunstein (hb. PORTENSCHLAG WH); auf dem grossen Priel (KERNER 1873 GU); Über dem Brotfall bis zur Spitze des hohen Priel (FENZL 1857 WH); Kalkritzen des Warschenecks bei Windischgarten 7800' (OBERLEITNER 1863 WU); auf dem Warschenegg (KERNER 1872 GU); am toten Mann des Warscheneck b. Windischgarsten (OBERLEITHNER 1863 WU); am Pyrgas bei Spital (R. ZELLER comm. RAUSCHER 1859 WH). - N i e d e r ö s t e r r e i c h : in alpibus Austr. inf. (KOVATS WH); Dürrenstein beim Kreuz (ERDINGER hb. KERNER GU); Reichenauer Alpen (hb. JACQUIN als *D. stellaris* WH); Schneeberg, Kaiserstein (BOHATSCH Bg); Schneeberg (DOLLINER Bha, SAUTER 1827 DC, WELWITSCH 1826 DC, FENZL WH, BILIMEK WH, WETTSTEIN 1890 WU); in rupestribus calc. mts. Schneeberg 1800 m (M. v. STATZER 1900 GU); Schneeberg in Austria, Saugraben (WELWITSCH Bha); Waxrigl und Saugraben am Schneeberg (hb. ETTINGSHAUSEN GU); Raxalpe, Austr. inf. in rupibus 5-6000' (PIANTA Ko); Niederösterreich, Raxalpe, am Rande einer mit Schnee erfüllten Mulde (WITASEK 1901 GU) - O b e r s t e i e r m r k : Rax (RICHTER 1888, 1889

hb. EICHENFELD GJ, KELLER 1879 hb. EICHENFELD GJ, SONNKLAR 1878 WH, Baron LEITNER WH, BRANDMAYER Bg); Felsen der Raxalpe bei 4000' (MÜLLNER 1879 WH); auf der Höhe des Wetterkogels, Raxalpe, in Felsenritzen (SIMONY WI); hohe Lechnerin, Wetterkogel und Jakobskogel auf der Rax (hb. ETTINGSHAUSEN k848 DU); hohe Veitsch, Tonschiefer (PITTONI 1853 WH); Veitschalpe, Felsen (FÜRSTENWÄRTHER 1873 GJ); Hochscwab, Veitschalpe STEYRER GJ); von der Alpe Hochschwab in Obersteiermark (HÖLZL WH); Hochschwab (WETTSTEIN WU, MALY 1857 Bha, VERBENIAK GJ); unterer Teil vom Ghackten am Hochschwab in Felsritzen 1750 m (Czegka 1913 Cz); Festbeilstein Gipfel, 1843 m (CZEGKA 1918 C); Zeyres und Hochschwab in Stiria superiore (FENZL WH); an Felsen am Hochturm und Trenchtling 2000 m (DOLENZ 1907 DU); Trofaiacher Alpen, am Reiting (WETTSTEIN 1891 WH); Reiting (BILIMEK Bha); Reiding (PROKOP 1849 WH); Wildfeld bei Mautern (GLOWACKI GU); Reichenstein bei Vordernberg (GASSNER GJ); Reichenstein (hb. KOLATSCHEK GU); Eisenerz, Reichenstein (EVERS 1877 GU); in glareosis mtis. Reichenstein prope pagum Eisenerz solo calcareo 2200 m (NEVOLE in HAYEK, Fl. stir. exsicc. 1909 WH, GJ, GU); Planspitze Nordwand 17-1800 m CZEGKA 1918 CZ); in summis jugis alpium admontensium (SOMMERAUER A); Admont, Felsen der höheren Kalkalpen, Hahnstein, Scheibleggerhochalpe, Kalbling, Sparafeld bis über 7000', Pyrgas, Scheiblstein (STROBL GJ); Kalbling prope Kaiserau (HATZI hb. PITTONI WH), Kalbling bei Admont (SOMMERAUER WH); Kalbling (GASSNER WH); Pyrgas, Scheiblstein, Sparafeld (HATZI GJ); Scheiblstein, Admontes (HATZI GJ); Gr. Pyrgas (OBERLEITHNER 1863 in SCHULTZ, hrb. norm. WH); Pyrgas (BRITTINGER 1844 Bha); am Hochschwung bei Rottenmann, Kalkglimmerschiefer (STROBL GJ); von den Judenburger Alpen (WELWITSCH WH); in summis jugis montis Hohenwart primus invenit Archidux JOANNES WH (Specimen originale *D. Johannis Host!*); hohe Warte bei Oberwölz (GASSNER GJ); auf der hohen Warte bei Oberwölz, Kalk, 6800' (STROBL 1870 WH, A); Hochwart bei Oberwölz (FEST 1901 GJ); Hochwart bei Pusterwald (HATZI 1834 GJ); Thorstein (STUR 1852 Ko); Dachstein (hb. SCHOTT als *D. tomentosa* Bha). - U n t e r s t e i e r m a r k : Oistritza, Sulzbach (FELICETTI A). - K ä r n t e n : Kärnten? (HAUSER Kl). - K r a i n : E Carniolia? (WELDEN WH).

Var. trichopedunculata Ronn. - Weg zwischen Hesshütte und Planspitze 17-2000 m (Czegka 1918 Cz); vom Kalbling bey Admont (ANGELIS WU); Gr. Priel (STUR Bg); über den Brotfall bis zur Spitze des hohen Priel (FENZL WH).

Draba stellata Jacq. zeichnet sich durch zwei Merkmale vor den übrigen Leucodraben aus: durch die auffallende Grösse der Blüten und durch die Länge des Griffels. Kronblätter und Griffel erreichen bei ihr die Maximallänge unter den weissen Alpendraben. Auch von allen anderen Leucodraben kommt ihr in diesen beiden Kennzeichen nur *D. supranivalis Rupr.* nahe, die aber auf den Kaukasus beschränkt ist und sich durch das Fehlen der Sternhaare sofort von *D. stellata* unterscheidet. Ferner ist für *D. stellata* die basale Verbreiterung der längeren Staubgefässe charakteristisch, die auch bei *D. Simonkaiana* und *D. supranivalis* wiederkehrt und deren nahe Verwandtschaft mit *D. stellata* erweist. Die Schötchenform ist, im Gegensatz zu der von *D. tomentosa*, sehr veränderlich. Die häufigste ist freilich die ovale, abgerundete, wie sie bei den Exemplaren vom klassischen Standort, dem Wiener Schneeberg, gewöhnlich zu finden ist, doch trifft man nicht selten auch Formen, mit breitlanzettlichen und oblongen Schötchen. Ich habe es für müssig befunden, hier verschiedene Varietäten zu unterscheiden, zumal die besagten Schötchenvarianten ganz zerstreut unter der typischen Form auftreten und durchaus nicht pflanzengeographisch gegliedert sind. So habe ich lanzettfrüchtige Exemplare gesehen vom Schneeberg, von der Raxalpe, vom Kalbling, vom Pyrgas, vom Priel und vom Hohenwart, also so ziemlich aus dem ganzen Verbreitungsgebiet der Art in den nördlichen Kalkalpen. Von einer Bastardierung kann dabei kaum die Rede sein, weil in dem Areal der *D. stellata* von anderen Draben meist nur *D. aizoides* vorkommt, die erstens ebenfalls ovale Schötchen besitzt und die zweitens gewiss auch andere Merkmale auf einen solchen Bastard übertragen würde, etwa gelbliche Blüten, einfach bewimperte Blätter u.a. Nur am Hochwart sind die lanzettlichen Schötchen wirklich auf Hybridisation zurückzuführen, nämlich durch die an demselben Standort auftretende *D. siliquosa*.

Am nächsten verwandt ist *D. stellata* jedenfalls mit *D. tomentosa*, unterschei-

det sich aber in ihrer typischen Form deutlich durch den langen Griffel, der an Länge manchmal beinahe die Schötchenbreite erreicht, sowie durch die Kahlheit der Fruchtstiele und des Stengels vom obersten Blatt aufwärts, ferner durch die etwas grösseren Blüten. Nun bildet aber *D. stellata* mit *D. tomentosa* ein pflanzengeographisches Artenpaarim Sinne WETTSTEINs, d.h. es sind zwei ganz nahe verwandte Arten, deren Verbreitungsgebiete aneinander grenzen und sich gegenseitig ausschliessen. Von solchen Arten sagt WETTSTEIN [1], dass sie morphologisch sehr ähnlich und nur graduell verschieden seien und dass sie dort, wo ihre Areale aneinander stossen, durch Übergangsformen miteinander verbunden seien. In der Tat sind die Merkmale, die *D. stellata* von *D. tomentosa* trennen, nur gradueller Art, auch sind an der gemeinsamen Grenze beider Verbreitungsbezirke, wenigstens in den nördlichen Kalkalpen, wirklich Übergänge vorhanden. Im Toten Gebirge, am Warscheneck und noch am Pyrgas [2] und im Gesäuse [3] trifft man Exemplare, deren Griffel kürzer, deren Blüten kleiner sind, deren Stengel und Blütenstiele locker sternhaarig werden, ja einzelne zeigen sogar deutliche Bewimperung der Schötchen. In sehr seltenen Fällen kommen solche behaarte Individuen auch mitten im Verbreitungsgebiet der typischen *D. stellata* vor. STUR [4] erwähnt sie von der Raxalpe und vom Reichart in Steiermark. Man kann alle diese Übergangsformen zu *D. tomentosa* als *var. trichopedunculata* zusammenfassen. Diese unterscheidet sich natürlich kaum mehr von *D. tomentosa*.

Die geographische Verbreitung der *D. stellata* ist, entgegen zahlreichen falschen Literaturangaben, nur für den östlichen Teil der nördlichen und südlichen Kalkalpen sowie für einige Kalkinseln in den Niederen Tauern festgestellt. In den nördlichen Kalkalpen findet sie ihre Westgrenze ungefähr im Dachsteingebiet, wo sie sekundär ein wenig ins Areal der *D. tomentosa* eingewandert ist. Von da besiedelt sie die Felsen und Schutthalden der Alpen- und Voralpenregion aller höheren Erhebungen ostwärts bis zur Raxalpe und zum Wiener Schneeberg, wo sie stellenweise bis auf 1300 m heruntersteigt. In den Niederen Tauern ist sie bis jetzt auf dem Hohenwart zwischen Oberwölz und Donnersbach, dann auf dem Hochschwung bei Rottenmann, auf dem Hochreichart bei Mautern und auf dem Hammerkogel bei Seckau [5] nachgewiesen, dürfte aber noch auf anderen Kalkstollen dieses Gebirges aufgefunden werden. Ich sah nur ein Stück von der Oistritza in den Sulzbacher Alpen, das sich von den Exemplaren aus den nördlichen Kalkalpen durch etwas kleinere Blüten unterschied, im übrigen aber völlig mit der typischen *D. stellata* übereinstimmte. Aus Kärnten und Krain habe ich nur je ein Stück, noch dazu unsicherer Herkunft, gesehen. Ausser bei MALY [6], der *D. stellata* auf der Oistritza angibt, finden sich keine Literaturangaben über das Vorkommen dieser Art in den südlichen Kalkalpen.

In der Literatur sind auch Standorte für Salzburg, Südtirol, Oberitalien, für die Schweiz und für Siebenbürgen angegeben. Diese entbehren jedoch durchwegs der Herbarbelege. Die Angaben für Salzburg [7], Tirol [8] und Oberitalien [9] sind auf Verwechselungen mit *D. tomentosa* oder deren Bastarden zurückzuführen. Auch die Schweizer Standorte MORITZIs [10] und HEGETSCHEILERs [11] mögen auf einer solchen Verkennung beruhen, sowie auf dem Einfluss DE CANDOLLEs, der *D. stellata* mit *D.*

---

1) Grundz. d. geogr.-morphol. Meth. d. Pflanzensystematik (1898) p. 32. - 2) Auf solche Übergangsformen bezieht sich die Angabe von Funden der *D. tomentosa* am Pyrgas und Priel bei DUFTSCHMID, Fl. v. Oberösterr. III, p. 431. - 3) Herr Bergrat CZEGKA zeigte mir ein von seinem Sohne R. CZEGKA am 29. VI. 1918 auf der Planspitze gesammeltes Exemplar, das sich von *D. tomentosa* nur durch den etwas längeren Griffel unterschied.-4) Ö. b. Z. XI (1861) p. 150. - In jüngster Zeit hat sie RONNIGER dort wieder aufgefunden und *var. trichopedunculata* genannt (Verh. Zool.-Bot. Ges. 1919, p. (205). - 5) HAYEK, Fl. v. Steierm. I.7. (1909) p. 516. - 6) Fl. styr. (1838) p. 13; Fl. v. Steierm. (1868) p. 200. - 7) HINTERHUBER, Prodr. Fl. Salzb. (1851) p. 25. - 8) BERTOLONI, Fl. it. VI (1844) p. 473; HAUSMANN, Fl. v. Tirol I (1851) p. 75; ELSMANN in Flora IX (1826) p. 407; HORNSCHUCH in Flora I (1818) p. 329. - 9) BERTOLONI l.c.; PARLATORE et CARUEL, Fl. it. IX.3. (1893) p. 769. - 10) Fl. d. Schweiz (1844) p. 148. - 11) HEGETSCHWEILER und HEER, Fl. d. Schweiz II (1844) p. 148.

dubia identifizierte Denn wenn auch die Synonymie durch SAUTER längst richtig gestellt und von den genannten Autoren richtig übernommen wurde, so entnahmen diese Floristen die Standorte der Pflanzen sicherlich den Herbarien der alten Sammler, die ihr Material nach DE CANDOLLE bestimmt hatten und bei denen *D. dubia* noch immer *D. stellata* hiess. Dass auch BALL [1], der *D. stellata* für das Riffelhorn u. Matterhorn angibt, nicht die echte Pflanze dieses Namens in der Hand hatte, ersieht man daraus, dass er KOCHs Beschreibung tadelt, weil dieser ihr einen viel zu langen Griffel zuschreibe.

Die siebenbürgischen Standorte gehen letzten Endes auf BAUMGARTEN [2] zurück, dessen *D. stellata* aus *D. Simonkaiana*, *D. Kotschyi* und vielleicht auch *D. siliquosa* besteht. Die Beschreibung BAUMGARTENs ist von der JACQUINs begreiflicherweise ganz verschieden, die angeführten Standorte sind also für die echte *D. stellata* zu streichen. Auch SCHUR hat hier zur Verwirrung das seinige beigetragen, indem er eine ihm von FUSS übersandte echte *D. stellata*, die er zuerst als *D. frigida* bestimmt hatte, unter ihrem wahren Namen als siebenbürgische Pflanze in seine "Enumeratio" [3] aufnahm, obwohl sie in Wirklichkeit von der Raxalpe stammte [4]. Die von HERBICH [5] in den Gebirgen der Bukowina gesammelte *D. stellata* endlich ist *D. siliquosa* [6].

Die Unrichtigkeit der zahlreichen falschen Literaturstandorte zu erweisen haben sich einige scharfsinnige Botaniker angelegen sein lassen, so schon SAUTER [7], STUR [8], NEILREICH [9] und in neuerer Zeit HUTER [10] und DALLA TORRE [11], welch letzterer allerdings aus mir unbekannten Gründen an dem Vorkommen in Siebenbürgen festhält.

Wie in Bezug auf die Verbreitungsangaben gab *D. stellata* auch hinsichtlich der Synonymie zu mancherlei Verwirrung Anlass.

JACQUIN entdeckte die Pflanze am Schneeberg in Niederösterreich und nahm sie 1762 als *D. stellata*, mit einer kurzen Diagnose versehen, in seine "Enumeratio" [12] auf. Diese Diagnose lautete: "foliis hirtis, integerrimis dentatisve, scapo subunifolio; siliculis oblongis, rectis". Da JACQUIN von der auffallenden Griffellänge nichts erwähnt und die Schötchen länglich nennt, während sie in Wirklichkeit, bei den meisten Exemplaren vom Schneeberg wenigstens, mehr oval sind, so passt die Diagnose tatsächlich auf LINNEs *D. hirta* oder auf *D. dubia* besser als auf *D. stellata*, zumal die beigegebene Figur [13] ziemlich roh gezeichnet ist. LINNE [14] hat JACQUINs Pflanze wirklich ohne weiteres als "*D. stellarts*" zu seiner *D. hirta* gezogen. Die Folge davon war, dass JACQUIN, als er die Pflanze in der "Flora autriaca" abermals [15], und diesmal ausführlich und vortrefflich, beschrieb, in Anerkennung der Autorität LINNEs den von ihm selbst seinerzeit gegebenen Namen *D. stellata* unterdrückte und die Pflanze nunmehr *D. hirta* nannte. Welcher Art die Ursachen waren, denen zufolge dann der Name *D. stellata* fälschlich auf *D. dubia* übergieng, ist bereits bei Besprechung dieser Spezies dargestellt worden. Zweifellos war die ungenaue Diagnose JACQUINs in der "Enumeratio" mit Schuld an dieser Verwechselung, denn sie war die Originaldiagnose, auf die sich die Autoren vornehmlich beriefen, während die ausgezeichnete Beschreibung in der "Flora austriaca" meist unberücksichtigt blieb, weil sie einen fremden Namen führte. Wenn "*D. hirta Jacq. Flor. austr.*" trotzdem meistens zu *D. stellata* als Synonym zitiert wurde, so geschah dies wohl oft nicht aufgrund direkter Einsichnahme in JACQUINs Werk, über dessen Seltenheit sich schon SAUTER [16] beklagte, denn sonst hätte die Inkongruenz der JACQUINschen

---

1) Bull. soc. bot. Fr. VII (1860) p. 229. - 2) Enum. stirp. Transs. II (1816) p. 131. - 3) Enum. pl. Transs. (1866) p. 65. - 4) STUR war zuerst bei der Benützung von SCHURs Herbarium auf diesen bedenklichen Irrtum aufmerksam geworden und hatte schon 1861 (Ö. b. Z. XI, p. 150) den wahren Sachverhalt klargestellt. SCHUR ignorierte jedoch STURs Notiz. - 5) Flora XXXVIII (1855) p. 645; Fl. d. Bukow. (1859) p. 358. - 6) STUR, Ö. b. Z. XI (1861) p. 192. - 7) Flora XXXVIII (1855) p. 92. - 8) Ö, b. Z. XI (1861) p. 150. - 9) Ö. b. Z. IX (1859) p. 91-92. - 10) Ö. b. Z. LIV (1904) p. 187. - 11) DALLA TORRE et SARNTHEIM, Fl. v. Tirol VI.2. (1909) p. 378-79. - 12) JACQUIN, Enum. stirp. Vindob. (1762) p. 113. - 13) Observ. (1762) t. IV, f. 3. - 14) Mant. II (1771) p. 424. - 15) Fl. austr. V (1778) p. 15.- 16) Flora VIII (1825) p. 73.

Beschreibung mit der für *D. stellata* gehaltenen Pflanze in die Augen fallen müssen.

In demselben Jahre, als JACQUIN seine *D. stellata* aufstellte, beschrieb sie CRANTZ [1], der sie auf der Raxalpe entdeckte, unter dem Namen *D. austriaca*. Warum er den Namen sieben Jahre später in *D. hirsuta* abänderte [2] ist nicht bekannt. Beide Synonyme CRANTZs wurden von den Autoren von vorn herein stets zu *D. stellata Jacq.* gezogen und teilten deren Schicksal, indem sie fälschlich zu *D. dubia* als Synonyme zitiert wurden.

Mit der Zeit hatte man die wahre *D. stellata* ganz aus den Augen verloren. ROHDE fand 1805 die ihm unbekannte Pflanze im Saugraben am Schneeberg und aufgrund seines Herbarexemplars beschrieben sie MERTENS und KOCH [3] 1823 völlig neu als *D. saxatilis*. Da aber KOCH nur ein einziges Stück zur Verfügung stand, forderte er die Wiener Botaniker, namentlich SAUTER, auf, den Standort ROHDEs aufzusuchen und sich an lebenden Individuen zu überzeugen, ob die Pflanze wirklich eine neue Art darstelle oder ob sie nicht doch zu einer schon bekannten Spezies gehöre. SAUTER fand sie und kam zu dem überraschenden Ergebnis, dass MERTENS und KOCHs *D. saxatilis* die wahre *D. stellata Jacq.* sei (näheres siehe bei *D. dubia*). Damit war JACQUINs Pflanze wieder zu ihrem richtigen Namen gelangt.

Einem neuen Synonym, *D. Johannis*, das HOST [4] für eine von ZAHLBRUCKNER am Hochwart gefundene *D. stellata* anwendete, erging es ähnlich wie dem Namen *D. stellata* selbst; es wurde nämlich irrtümlicherweise auf eine andere Spezies, *D. siliquosa*, übertragen und hat sich in dieser Auffassung für lange Zeit so eingebürgert, dass es für *D. stellata* ausser von HOST selbst überhaupt nicht angewendet wurde, vielmehr hielt man stets am richtigen JACQUINschen Namen fest.

In neuerer Zeit hat sich jedoch bei einigen Botanikern die Neigung gezeigt, den von JACQUIN gegebenen Namen zugunsten des CRANTZschen Synonyms *D. austriaca* zurückzusetzen. Abgesehen von SIMONKAI, der ihn schon 1886 anwandte [5], hat ihn BECK [6] zuerst wieder ans Licht gebracht und seinem Beispiel folgten u.a. HALACSY [7], DALLA TORRE [8] und HAYEK [9]. Die genannten Autoren stützen sich hiebei auf zwei Argumente: erstens auf die Tatsache, dass die der CRANTZschen Beschreibung beigegebene Tafel die Jahreszahl 1760 trägt [10] und zweitens darauf, dass die erste Veröffentlichung der *D. stellata* in JACQUINs "Enumeratio" einen blossen Namen darstelle [11]. Beide Einwände sind haltlos, wie dies von SCHINZ und THELLUNG [12] nachgewiesen wurde. Diese sagen, dass der Name *D. austriaca Cr.* selbst dann ungiltig wäre, wenn die besagte Tafel wirklich 1760 ausgegeben worden wäre (was unwahrscheinlich ist), weil der Tafel, auf der mehrere Pflanzen abgebildet sind, keine Analyse beigegeben ist, ja, es steht bei der Figur nicht einmal der Name, sondern nur die nr. 4, die erst im 1762 erschienenen Text ihre Erklärung findet. Dass JACQUINs Name *D. stellata* ein "nomen nudum" sei, ist ebenfalls nicht richtig, denn die Diagnose ist zwar kurz und schlecht, ist und bleibt aber schliesslich doch eine Diagnose, auf die immer Bezug genommen wurde und die dem Namen Giltigkeitswert verleigt. Es gibt bei LINNÉ zahlreiche noch dürftigere Diagnosen, ohne dass deshalb die dazu gehörigen Namen verworfen worden wären.

DRABA SIMONKAIANA Javorka. - Radix fusca, brevis, simplex vel subramosa. Rhizoma pluriceps, numerosos caudiculos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Rosularum folia 3 - 12 mm longa, 2 mm in maximo lata, oblongo-lanceolata vel sublinearia, ad basin attenuata, integerrima, obtusiuscula vel acuminata, utrinque pilis radiato-stellatis obsita, ad basin etiam pilis simplicibus ciliata. Scapus 1 - 7 cm altus, aphyllus vel 1-folius, stellato-pilosus. Folia caulina ad 5 mm longa, ad 1,5 mm in maximo lata, anguste lanceolata, acuminata, sessilia, inte-

---

1) Stirp. austr. I (1762) p. 10. - 2) Class. Cruciform. (1769) p. 95. - 3) Flora VI, p. 435. - 4) Fl. austr. II (1831) p. 240. - 5) Enum. pl. Transs. crit. (1886) p. 4. - 6) Fl. v. Niederösterr. (1890) p. 471. - 7) Flora v. Niederösterr. (1896) p. 63. - 8) Fl. v. Tirol VI.2. (1909) p. 378. - In der "Anleitung" (1882) steht noch *D. stellata*. - 9) Fl. v. Steierm. I (1909) p. 516; Schedae ad fl. stir. exs. Lfg. 19/20 (1910) p. 24. - 10) BECK, l. c. - 11) HAYEK, l. c. - 12) Mitt. d. Univ. Zürich LXV (1913) p. 65.

gerrima vel denticulata, stellato-pilosa, saepe pilis simplicibus subciliata. Racemus florifer dense corymbosus, fructifer subelongatus. Pedicelli ad 6 mm longi, siliculis breviores vel eas longitudine subaequantes, erecti vel subpatentes, stellato-pilosi. Flores albi, parvi. Sepala 1 mm longa, ovalia, subpilosa. Petala 2 - 2,5 mm longa, apice emarginata vel subcordata. Filamenta longiora ad basin late lanceolata, breviora inferne alato-dilatata. Siliculae ad 6 mm longae, 3 mm in maximo latae, ovatae vel ovato-lanceolatae, pilis simplicibus et stellatis minutissimis obsitae. Stylus 1 - 1,5 mm longus, stigma bilobum. Semina pauca (ad 10) utroque in loculo.

Synonyma: *D. stellata Baumg.* (non Jacq.) Enum. stirp. Transsilv. II (1816) p. 231 pro parte. - *D. Simonkaiana Javorka*, Bot. Közl. 1910 H. 6, p. 281 et p. (57).

Icon: JAVORKA in Bot. Közl. 1910 (1911) tab. III.

Area geographica: In monte Pareng et Retyezat alpium Transsilvanicarum.

Specimina visa: Comit. Hunyad, in fissuris rupium jugi "Vurf Badea" alpis Pareng, in saxo unico in alt. ca. 1450 m inventa, 20. Juli 1910, 12. Juni 1918 (JAVORKA GU, specimina originalia); vom Paringul in Siebenbürgen (J. E. WEISS 1889 als *Draba spec.* M).

Draba Simonkaiana ist gegenüber ihren Verwandten aus der *tomentosa*-Reihe charakterisiert durch die meist unverzweigten Sternhaarstrahlen, durch die teilweise Sternbehaarung der Schötchen, durch den deutlichen, über 1 mm langen Griffel und die verbreiterten, fast geflügelten Filamentbasen. Diese Merkmals-Kombination kommt bei keiner anderen *Leucodraba* vor.

An *D. Kotschyi*, namentlich an die *var. deminuta*, kommt *D. Simonkaiana* habituell ziemlich nahe heran, unterscheidet sich aber leicht durch das starke Zurücktreten der einfachen Haare, durch die Verbreiterung der Filamentbasen, durch die zum Teil sternhaarige, viel kürzere Pubeszenz der Schötchen und durch die Griffellänge. Ihre nächste Verwandte ist *D. stellata Jacq.*, die aber bedeutend grössere Blüten trägt. Von ihr führt *D. Simonkaiana* als Bindeglied zu *D. Dörfleri* hinüber, welche wegen ihrer Staubfaden-Anhängsel nicht mit ihr verwechselt werden kann.

D. Simonkaiana ist ebenso wie *D. Dorneri* eine endemische Pflanze Siebenbürgens. Sie wurde von JAVORKA auf dem Pareng in den trassilvanischen Alpen entdeckt und 1911 als neue Art beschrieben [1]. LOJKA sammelte schon 1880 auf dem benachbarten Retyezat eine schmalfrüchtige Form dieser Pflanze, die von JAVORKA "*forma retyezatnensis* benannt wurde? [2] Ausser an diesen beiden Orten ist sie bis jetzt nirgends gefunden worden, was mir ihr Autor brieflich bestätigte.

Dass BAUMGARTENs *D. stellata* wahrscheinlich zum Teil hierher gehört, habe ich bei Besprechung von *D. Dorneri* erwähnt.

DRABA DÖRFLERI Wettst. - Radix fusca, elongata, subramosa. Rhizoma multiceps, caudiculos numerosos dense caespitosos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Rosularum folia ad 8 mm longa, 2 mm fere lata, oblongo-lanceolata, basin versus in petiolum brevem angustata, apice obtusiuscula, integerrima, dense stellato-pilosa, canescentia. Scapus 4 - 16 cm longus, 2 - 4-folius, dense stellato-pilosus. Folia caulina 10 mm longa, ad 2 mm in maximo lata, lineari-lanceolata, obtusa vel acutiuscula, stellato-pilosa. Racemus florifer dense corymbosus, fructifer corymbosus vel elongatus. Pedicelli ad 10 mm longi, patentes vel suberecti, stellato-pilosi. Flores albi. Sepala 2 mm longa, ovata, pilosa. Petala 5 - 6 mm longa, 3 mm lata, apice emarginata. Filamenta longiora in inferiore parte alata, supra medium appendiculo membranaceo praedita, superne tenuia, breviora ad basin dilatata. Siliculae 3 - 4 mm longae, 2 - 3 mm latae, ovatae, utrinque rotundatae, pedicellis 2 - 3-plo breviores, stellato-tomentosae. Stylus manifestus, 2 mm longus. Semina pauca utroque in loculo.

Synonyma: *D. Dörfleri Wettstein*, Beitr. z. Fl. Albaniens, Bibl. bot. H. 26 (1892) p. 22.

Icon: WETTSTEIN, l.c. tab. I, fig. 4 - 8.

Area geographica: In montibus Schar Dagh Albaniae et in Haemo alto.

Specimina visa: Albania, Scardus, in fissuris rupium montis Ljubitrn ca. 2400

1) Bot. Közl. 1910 (1911) p. 281 (57). - 2) Bot. Közl. 1918 (1919) p. 54 et (23).

m (DÖRFLER, it. turc. 1890 det. WETTSTEIN WU, GJ hb. EICHENFELD; specimina originalia!); in rupestribus alpinis m. Kopen, Balkan (ADAMOVIC, fl. bulg. 1904 WU).

Draba Dörfleri schliesst sich eng an *D. Simonkaiana* an, namentlich durch die dichte Sternhaarbekleidung aller grünen Teile einschliesslich der Schötchen und durch den deutlichen Griffel. Die Verbreiterung der längeren Staubfäden bei *D. Simonkaiana* hat sich bei *D. Dörfleri* in eigenartger Weise weiter entwickelt. Die untere Filamenthälfte ist breit geflügelt und setzt sich etwa in der Mitte des Staubblattes in ein stumpfes, häutiges Anhängsel fort, während die obere Hälfte des Staubfadens ganz dünn und zart ist. Die kürzeren Staubfäden sind an der Basis kaum ein wenig verbreitert. Diese Ausgestaltung der Filamente bei *D. Dörfleri* macht sie, wie WETTSTEIN bemerkt, zu einem Bindglied zwischen den Gattungen *Draba* und *Schivereckia*. Auf Grund dieses Ergebnisses ist WETTSTEIN geneigt, die Gattung *Schivereckia* in die Gattung *Draba* einzubeziehen.

Im übrigen unterscheidet sich *D. Dörfleri* von *D. Simonkaiana* auch durch die grösseren Blüten und die fast kugelig gewölbten Schötchenklappen, von *D. stellata* durch die dichtfilzige Behaarung aller grünen Teile, von *D. tomentosa* durch etwas kleinere, dicht sternhaarige Schötchen und schmälere Stengelblätter, von *D. lasiophylla* durch die breit ovale Schötchengestalt, ebenso von *D. nivalis*. Mit Arten der *fladnizensis*-Reihe und mit *D. supranivalis* ist sie wegen ihres Filzüberzuges nicht zu verwechseln.

DÖRFLER fand die Pflanze 1890 auf seiner Forschungsreise durch Albanien und WETTSTEIN, der das gesammelte Material bearbeitete, beschrieb sie 1891 als neue Art. ADAMOVIC fand sie 1904 auch auf dem Kopen und (nach VELENOWSKY [1]) auch auf d. Jumrukcal, beides Balkanberge. Die Verbreitung dieser interessanten Art bedarf noch einer genaueren Feststellung.

DRABA SUPRANIVALIS Ruprecht. - Radix tenuis, elongata, simplex vel subramosa. Rhizoma multiceps, multos caudiculos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Folia rosularum 12 mm longa, 2 mm in maximo lata, oblongo-linearia, obtusa, in petiolum attenuata, integra, margine pilis simplicibus ciliata, superficie glabra, rarius omnino glaberrima. Scapus semper aphyllus, ad 7 cm altus, glaber. Racemus florifer et fructifer subelongatus. Pedicelli 10 - 15 mm longi, siliculis semper longiores, glaberrimi, erecti vel subpatentes, saepe in statu fructifero decurvi. Flores albi, magni. Sepala 2,5 - 3 mm longa, anguste ovata. Petala 7 - 9 mm longa, 3,5 mm in maximo lata, apice emarginata vel subcordata. Filamenta longiora in inferiore parte late ovaliter alata, breviora vix dilatata. Siliculae ad 10 mm longae, 3,5 - 4 mm latae, ovato-lanceolatae, utrinque attenuatae, glaberrimae. Stylus manifestus, 1 - 2 mm longus. Semina pauca (4 - 6) utroque on loculo.

Var. genuina. - Rosularum foliis margine simpliciter ciliatis, superficie glabris vel simpliciter vel furcatim pilosis.

Synonyma: *D. supranivalis Rupr.* Fl. Cauc. (1869) p. 116; BOISSIER, Fl. orient. Suppl. (1888) p. 55; BUSCH, Fl. cauc. crit. (1909) p. 421.

Var. letophylla Lipsky. - Rosularum foliis glaberrimis.

Synonyma: *D. supranivalis var. letophylla Lipsky* in Sched. herb. flor. ross. Acad. Petrop. fasc. XX (1902) nr. 956 p. 18; BUSCH, Fl. cauc. crit. (1909) p. 421.

Area geographica: In regione alpina et nivali Caucasi.

Specimina visa:

Var. genuina: Caucasus orientalis, Tindal, montes Bogos (RUPRECHT 1861 mus. bot. Acad. Petrop. Bg, specimen originale!); Caucasus orient. Tuschetia (RUPRECHT 1861 Mus. bot. Acad. Petrop. Bg specimen Originale!); Caucasus, fontes fluv. Tebrda (confl. Kuban) in rupibus humefactis umbrosis 10000' (DESOULAVY hb. ross. Acad. Petrop. XX nr. 956 Bg).

Var. letophylla:- Caucasus, fontes fluv. Teberda (confl. Kuban) in rupibus humefactis umbrosis 10000' (DESOULAVY 1879, hb. fl. ross. Acad. Petrop. XX, nr. 956 Bg. Specimen originale *var. letophyllae*!).

Draba supranivalis unterscheidet sich von allen andern Gliedern der tomentosa-

1) Allg. bot. Zeitschr. XI (1905) p. 43.

Reihe durch das gänzliche Fehlen der Sternhaare. Wenn ich sie trotzdem hier und nicht in die Ser. *Hirsutae* oder *Radiato-stellatae* einreihe, so geschieht es wegen der übrigen spezifischen Merkmale der Pflanze, die namentlich auf eine nahe Verwandtschaft mit *D. stellata* hinweisen. Diese Merkmale sind die grossen, ausgerandeten Kronblätter, die breit lanzettlichen Schötchen, die an Grösse die der *D. stellata* übertreffen, die bedeutende Verbreiterung der unteren Staubfadenhälfte bei den längeren Staubblättern und endlich die relative Länge des Griffels. *D. supranivalis* ist somit trotz der Blattbewimperung, die sie anscheinend der *D. fladnizensis* nahebringt, sicherlich mit dieser nicht näher verwandt als irgend eine andere Art aus der *tomentosa*-Gruppe. Übrigens sind die Blattrandwimpern viel kürzer, zarter als bei *D. fladnizensis* und oft gegabelt. Andere Artcharaktere von *D. supranivalis* sind die stets blattlosen, dünnen Schäfte, die gegenüber allen andern Leucodraben etwas lockerere Blütentraube, die sich aber dafür im Fruchtstadium fast gar nicht mehr verlängert, die ebenfalls ganz dünnen Fruchstiele, die daher infolge der Schwere der reifen Früchte meist etwas herabgebogen erscheinen, sowie die trotz der Schötchengrösse sehr armsamigen Fruchtfächer.

Eine Variante der gewöhnlichen Form ergibt sich dadurch, dass die Blätter hie und da gänzlich kahl sind. LIPSKY hat sie als *var. leiophylla* beschrieben.

Draba supranivalis ist von RUPRECHT [1] im Kaukasus entdeckt und 1869 von ihm als neue Art beschrieben worden. Man fand sie seither in so ziemlich allen Teilen des Grossen Kaukasus. Sonst ist sie meines Wissens nirgends anderwo aufgetreten und dürfte im Kaukasus endemisch sein. Bezüglich der Höhenverbreitung ist zu bemerken, dass sie nach BUSCH [2] nicht unter 9000' herabsteigt, aufwärts aber bis 1100' vordringt. Die kahle Varietät soll nach BUSCH im Ostkaukasus fehlen.

DRABA ARMENA Boiss. -"Pube ramosa dense tomentosa, scapis aphyllis, foliis ellipticis inte-gris, petalis calyce duplo longioribus, siliculis pilis stellatis hirtis ovatis basi et apice attenuatis, stigmate subsessili" (BOISSIER, Fl. orient. I, p. 301).

Synonyma: *D. armena Boiss.* in Ann. sc. nat. 1842, p. 167 et Flor. orient. (1867) l. c.; HOOKER et THOMSON, Journ. Linn. Soc. V (1861) p. 152.

Area geographica: In regione alpina Armeniae et in Afghanistan.

Specimina non vidi.

Von dieser Art habe ich kein Herbarexemplar gesehen und die Diagnose daher aus BOISSIERs Flora orientalis abgeschrieben. Diesem Gewährsmann zufolge stünde sie *D. dubia* am nächsten, wäre aber von ihr durch blattlose Schäfte, durch kleinere Blüten und kürzere, höchstens 4 mm lange Schötchen verschieden. Meiner hier allerdings unmassgeblichen Meinung nach würde sie sich durch die lanzettlich zugespitzten, sternhaarigen Schötchen *D. lasiophylla Royle* am meisten nähern und sich von ihr nur durch den blattlosen Schaft unterscheiden, denn die auffallende Kürze der Schötchen (die Angabe von 4 mm Schötchenlänge klingt kaum glaublich, lässt sich aber leider nicht kontrollieren) könnte ja auch darauf zurückzuführen sein, dass BOISSIERs Originale noch nicht ganz entwickelt waren. Da aber die Blattlosigkeit des Schaftes bei den meisten Draben kein konstantes Merkmal ist, so würde sich vielleicht durch Vergleich von Herbarexemplaren der *D. armena* mit solchen der *D. lasiophylla* die Identität beider Arten ergeben. Dass auf BOISSIERs Angabe "scapis aphyllis" kein allzu grosses Gewicht zu legen ist, geht auch daraus hervor, dass er der *D. lasiophylla* ebenfalls blattlose Schäfte zuschreibt. Und doch hatten alle Stücke von *D. lasiophylla*, die ich gesehen habe, beblätterte Stengel.

DRABA LASIOPHYLLA Royle. - Radix fusca, elongata, subramosa. Rhizoma multiceps, paucos caudiculos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Rosularum folia 10 - 15 mm longa, ad 2 mm in maximo lata, lineari-lanceolata, apice obtusa vel acutiuscula, basin versus in petiolum brevem attenuata, integerrima, pilis cruciato-stellatis dense tomentosa. Scapus ad 8 cm altus, aphyllus vel 1-folius, stellato-pilosus. Folia caulina ad 10 mm longa, 1,5 - 2 mm in maximo lata, angus-

---

1) Im Herbar wurden schon 1861 Exemplare unter diesem Namen ausgegeben. - 2) Fl. cauc. crit. p. 421 (1909); vergl. auch RADDE, Pfl. aus d. Schneereg. d. Kauk. in PETERMANNs Mitt. 1889, p. 97.

te lanceolata, ad basin ovata, sessilia, apice acutiuscula, integerrima, stellato-tomentosa. Racemus florifer dense corymbosus, fructifer elongatus. Pedicelli ad 6 mm longi, siliculis longiores vel breviores, subpatentes, stellato-pilosi. Flores albi, parvi. Sepala 1 - 1,5 mm longa, ovata, pilosa. Petala 1 - 2 mm longa, sepala longitudine vix superantia, apice ovata, non emarginata. Filamenta filiformia, ad basin nunquam dilatata. Siliculae ad 13 - 14 mm longae, 3 mm latae, lanceolatae, utrinque attenuatae, stellato-tomentosae. Stylus manifestus, ad 1 mm longus. Semina pauca utroque in loculo.

Synonyma: *D. lasiophylla Royle*, Ill. bot. Himal. (1839) p. 71; HOOKER fil. et THOMSON in Journ. Linn. Soc. V (1861) p. 151; BOISSIER, Fl. orient. I (1867) p. 301; HEMSLEY et PEARSON, Journ. Linn. Soc. XXXV (1902) p. 166. - *D. glomerata Royle* l. c.? - *D. stellata var. hebecarpa Regel* (non DC) in Bull. soc. nat. Mosc. XXXIV (1861) p. 193; REGEL et HERDER, Enum. pl. transil. (1864) p. 33.

Area geographica: In montibus Turkestanis et Tibeticis et in Himalaya.

Specimina visa: N. Himalayan plants, Jihri et Garwal, Dudu, alt. 14-1600 feet (coll. J. DUTHIE 1883 DC); Himalaya und Karadorpass nach Kullu (JAESCHKE WU); Falori-Pass (JAESCHKE WU).

Draba lasiophylla weicht nicht sonderlich von der ihr nächstverwandten *D. dubia* ab, namentlich kommt sie der *D. dubia var. hebecarpa* durch die sternhaarigen Schötchen so nahe, dass sie vielfach mit ihr identifiziert wurde [1]. Ein Unterschied ergibt sich aber auch dieser gegenüber durch die viel schmäleren Rosetten- und besonders Stengelblätter, sowie die um die Hälfte kleineren Blüten. Der Habitus ist locker, der Stengel schwächlich, die Sternhaarstrahlen sind lang und zart und verzweigen sich oft zweimal übereinander gegenständig (vergl. oben, Fig. 10). Einfache Haare fand ich keine.

Dem zuletzt besprochenen Verwandtschaftskreis in der *tomentosa*-Reihe (*D. stellata, D. Simonkatana, D. Dörfleri, D. supranivalis*) steht sie etwas ferner und wäre, wie schon gesagt, am ehesten an *D. dubia* anzuschliessen. Von der genuinen *D. dubia* unterscheidet sie sich ausser in der Blattgestalt und Blütengrösse auch durch die zugepitzten sternhaarigen Früchte und den deutlichen Griffel, von der ebenfalls ziemlich ähnlichen *D. tibetica H. et Th.* durch den dünnen, meist beblätterten Stengel und durch kleinere Blüten. Mit den andern Leucodraben ist sie kaum zu verwechseln.

Ihre Verbreitung ist noch nicht vollständig festgestellt. Ausser den oben angeführten Herbarstandorten liegen glaubwürdige Literaturangaben vor aus Turkestan (Karatau), Tibet (Tian-Schan) und aus dem Himalaya.

DRABA UCZKOLENSIS Fedtsch. - "Caules subterranei, elogati, ramosi, foliis vetustis obtecti, collo rosulis foliorum viridium praediti. Folia oblongo-lanceolata, viridia, pilis albidis obtecta. Scapi adscendentes vel suberecti, pilis raris stellatis obtecti (praesertim in parte inferiori). Racemus laxiusculus, elongatus. Pedicelli flore subbreviores, post anthesin fructu longiores. Calycis laciniae latae oblongae, viridescentes, margine albidae, corolla fere duplo breviores. Corollae albidae. Ovarium (et fructus junior) basi latum apicem versus attenuatum, stylo breviusculo coronatum, glaberrimum" (FEDTSCHENKO, Consp. fl. turkest. in Beih. Bot. Zentralbl. XIX.2. p. 308).

Synonyma: *D. pamirica Korshinsky* exsicc. te. FEDTSCHENKO. - *D. uczkolensis Fedt.* in Beih. Bot. Zentralbl. (1906) l. c.

Area geographica: Schugnan: Utsch-kol (Asia centralis).

Specimina non vidi.

Ebenso wie von *D. armena* konnte ich auch von dieser Pflanze kein Exemplar zur Ansicht bekommen, weshalb ich oben nur die Originalbeschreibung des Autors wiedergegeben habe, statt selbst eine solche nach der Natur zu entwerfen. Die Pflanze scheint *D. dubia* nahe zu stehen, dürfte aber von ihr gut zu unterscheiden sein durch die Form der Schötchen, die an der Basis breit abgerundet, gegen die Spitze aber verschmälert sind.

---

1) REGEL in Bull. soc. nat. Mosc. XXXIV, p. 193; REGEL et HERDER, Pl. transiliens. p. 33, etc.

Die Verbreitung der *D. uczkolensis*, die bis jetzt nur an einem einzigen Ort im zentralasiatischen Hochland, in Utsch-kol in der Landschaft Schugen, gefunden wurde, ist noch nicht erforscht.

DRABA TIBETICA Hook. fil. et Thoms. - Radix fusca, brevis. Rhizoma pluriceps, caudiculos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Rosularum folia 10 - 20 mm longa, ad 3 mm lata, ovato-lanceolata vel sublingulata, apice obtusa, basin versus in petiolum brevem attenuata, integerrima, pilis ramoso-stellatis vel furcatis gracilibus dense tomentosa. Scapus ad 10 cm altus, aphyllus vel infra medium folio unico ovato, subdentato, tomentoso praeditus, cum pedicellis siliculisque stellato-pilosus. Racemus florifer densus, fructifer elongatus. Pedicelli ad 8 mm longi, erecti. Flores albi, parvi. Sepala 1 - 1,5 mm longa, ovata, pilosa. Petala 3 - 4 mm longa, apice ovata, non emarginata. Filamenta ad basin vix dilatata. Siliculae 10 - 12 mm longae, 2,5 mm latae, oblongo- vel elliptico-lanceolatae, saepe contortae. Stylus manifestus, 1 - 1,5 mm longus. Semina 10 utroque in loculo.

Syn.: *D. tibetica Hook. fil. et Thoms.* in Journ. Linn. Soc. V (1861) p. 152.

Area geographica: In alpibus Tibetiae occidentalis et in Himalaya.

Specimina visa: Sikkim, regio alp. alt. 14-17000 ped. (Herb. Ind. or. HOOKER fil. et THOMSON, coll. J. D. H. 1861 als *var. β* DC., Specimen originale!); Himalaya bor. occ. HOOKER fil. et THOMSON, coll. T. T. 1861 als *var. α* . DC. Specimen originale!).

Draba tibetica , am nächsten verwandt mit *D. lasiophylla*, der sie im Habitus, Schötchenform, Gestalt und Verteilung der Haare nahekommt, ist gleichwohl gut von ihr zu trennen durch den derberen, blattlosen oder höchstens unter der Mitte mit einem Blatt versehenen Stengel, durch die grösseren Blüten und die meist auffallend gedrehten Schötchen, eine Eigenschaft, die unter den Leucodraben sonst nur *D. dubia* manchmal in schwachem Masse zeigt, die aber in der Sect. *Holarges* häufig ist. Durch diese gedrehten Schötchen ist aber nur die typische Form der *D. tibetica* charakterisiert, wie sie durch die *var. β sikkimensis* der Autoren dargestellt wird, während die *var. α Thomsonii* keine gedrehten Schötchen hat. Bei der *var. γ Winterbottomi* sind sie ausserdem kahl. Ich habe von allen drei Varietäten Originale der Autoren gesehen. Während ich keinen Anlass finde, a und b schärfer auseinander zu halten, kann ich mich des Verdahtes nicht erwehren, dass die *var. Winterbottomi* gar nicht hierher gehört. Sie ist viel kleiner, hat kahle, eirundliche Schötchen und vor allem die Sternhaare sind von wesentlich anderer Gestalt, kürzerstrahlig, kleiner. Vielleicht ist es eine *Chrysodraba* mit ausgebleichten Blüten. Ich habe sie in der vorstehenden Beschreibung gar nicht berücksichtigt.

Alle drei Varietäten sind schon von den Autoren HOOKER und THOMSON selbst aufgestellt worden und besiedeln nach deren Angaben das Verbreitungsgebiet im westlichen tibetanischen Hochland gemeinschaftlich, aber in verschiedener Höhenlage. Die niedrigsten Standorte hat *var. Winterbottomi* (11000 - 13000'), dann folgt *var. α* (13000 - 15000'), am höchsten lebt var. *β* (14000 - 16000'). Ob sich das Areal dieser Art nit dem von *D. lasiophylla* deckt oder ob beide einander ausschliessen, ist mir nicht bekannt.

SERIES 4: STELLULATAE.

DRABA NIVALIS Liljebl. - Radix fusca, elongata, parce ramosa. Rhizoma multiceps, caudiculos large caespitosos singulis folicrum rosulis densis terminatos gerens. Folia rosularum ad 15 mm longa, 5 mm in maximo lata, in petiolum brevem ad 5 mm longum attenuata, obtusa, lingulata, integerrima vel vix denticulata. Scapus aphyllus vel 1 - 3-folius, ad 12 cm altus. Folia caulina sessilia, late ovata vel subrotundata, apice acuminata, 8 mm longa et totidem fere lata, integra vel subdenticulata. Pedicelli oblique patentes breves vel siliculas longitudine subaequantes, ad 8 mm longi. Folia, scapus, pedicelli undique subdense pilis minutissimis ramosissime stellulatis obsita. Racemus florifer dense corymbosus, fructifer corymbosus vel elongatus. Flores albi vel pallide sulfurei; sepala ovata, ad 1,5 mm

longa, stellulato-pilosa. Petala sepalis duplo fere longiora. Siliculae lanceolatae vel sublineares, utrinque attenuatae, latitudine sua 3 - 4-plo longiores, 5 - 8 mm longae, 2 mm in maximo latae, glabrae rarissime stellato-puberulae. Stylus nullus vel perbrevis ad 0,5 mm longus. Semina numerosa (plus quam 10) utroque in loculo.

Var. genuina - Scapo humiliore, aphyllo vel 1 - 2-folio; siliculis lanceolatis, glabris; racemo fructifero corymboso vel paullo elongato.

Synonyma: *D. nivalis Liljebl.* in Sv. Vet. Ak. Handl. 1793, p. 208 et Svensk. Flora 2. ed. (1798) p. 269; LINDBLOM in Linnaea XIII (1839) p. 326; LEDEBOUR, Fl. ross. I (1842) p. 149 excl. var. β; FRIES, Summa veg. Scand. I (1846) p. 149; NYMAN, Syll. (1855) p. 200 et Consp. (1878) p. 53; TRAUTVETTER in Act. hort. Petrop. VI (1879) p. 542; GELERT in Bot. Tidsskr. XXI (1898) p. 307; A. BLYTT, Handb. i Norg. Fl. (1906) p. 382; HERMANN, Fl. v. Deutschl. u. Fennoskand. (1912) p. 229; EKMAN, Beitr. z. Kenntn. d. nord. Hochgeb.-Drabae (1917) p. 12. - *D. nivalis var. leiocarpa Lange*, Consp. Fl. Grönl. (1880) p. 39. - *D. muricella Whlbg.* Fl. lapp. (1812) nr. 318; Fl. Suec. I (1824) p. 400; R. BROWN, Verm. Schrift. I (1825) p. 341; DE CANDOLLE, Syst. nat. II (1821) p. 340 et Prodr. I (1824) p. 148, excl. var. b; KOCH in Flora VI (1823) p. 473. - *D. Liljebladii Wallman* in LILJEBALD, Svensk Fl. 3. ed. (1816) p. 350; SPRENGEL, Syst. veg. II (1825) p. 874. - *D. frigida Turczaninow* (non Sauter) in Bull. soc. nat. Mosc. XV (1842) p, 254; REGEL et TILING Flor. ajan. (1858) p. 49. - *D. stellata var. nivalis* Regel in Bull. soc. nat. Mosc. XXXIV (1861) p. 192.

Icones: LILJEBALD in Nov. act. Ups. VI, t. 2, f. 2 et Svensk Fl. 2. ed. (1798) f. 35; WAHLENBERG, Fl. lapp. (1812) t. 11, f. 2; REICHENBACH, Ic. crit. (1830) 8, t. 767; GELERT in Bot. Tidsskr. XXI (1898) p. 307.

Var. caesia (De Candolle) Led. - Scapo elatiore, 1 - 3-folio; foliis dentatis; floribus pallide supfureis; racemo fructifero elongato.

Synonyma: *D. caesia Adams* in Mem. soc. Mosc. V (1817) pro specie. - *D. muricella var. caesia DC.* Syst. nat. II (1821) p. 340 et Prodr. I (1824) p. 168. - *D. nivalis var. caesia Ledeb.* Fl. ross. I (1842) p. 149.

Var. hebecarpa Lindbl. - Scapo elatiore; siliculis stellato-puberulis.

Synonyma: *D. nivalis var. hebecarpa Lindbl.* teste FRIES, Summa veg. Scand. I (1846) p. 149; LANGE, Consp. fl. grönl. (1880) p. 40. - *D. nivalis var. Panschii Buchenau et Focke* teste LANGE, l. c.

Area geographica: America arctica, Grönlandia, Islandia, insulae Spetsbergenses, Norvegia, Suecia, Nowaja Semlja, Rossia arctica, Sibiria arctica et australis, Kamtaschatka.

Specimina visa: N o r d a m e r i k a : Mall Point, N.W. Coast, Hudson Bay (1894 hb. GRY WU); Labrador (GOETZ WH, BARTH Bha); Cap Cudleigh, Labrador WH; Baffinsbay (MIERTSCHING 1851 WU hb. KERNER, J. TAYLOR WH), - G r ö n l a n d : Grönland (GISEKE WH); Groenl. occid. (ZEUS VAHL WH); Gebiet des Umanakfjords, 70-71° N. Br., Karajakstation (VANHOEFFEN 1893 WU); Umanak, W.-Küste von Grönland (HEYDN 1865 hb. KERNER WU); Egedesland, 69° WH; Grönl. boreal. Sauestuppa DC; Danmarks Sund WH, exped. Dan. 1891-92, HARTZ WH, WU). - S p i t z b e r g e n : Adventbay (TH. M. FRIES WH); insulae spetsbergenses Bel Sound (MALMGREN 1864 DC). - N o r w e g e n : Finnmarken (NORMAN Bha); Finnmarken, Vardö, Baadsfjord (OVE DAHL 1902 WH); Lyngen in alpe Tjatsa (REUTERMAN Bg); Tromsö, fast 70° n. Br. Flöifjeld (BAENITZ Bg); Nordland Saltdalen, Balvand (SCHLEGEL et ARNELL 1869 Kl); Norvegia media, Dovre (C. AGENSTIERNA 1875 Bg); alp. Dovrens. (ANDERSSON WU hb. KERNER); Dovre (BLYTT WH); in siccis rupestribus editissimis montis Gederyggen alp. Dovr. (AHLBERG Bha); Dovre, Harbakkan (FREIS Bha); in locis rupestribus prope Kongsvold alp. Dovr. (ZETTERSTEDT Bha); Norvegia, Dovre, in colle parvulo aprico infra Jerkind (ZETTERSTEDT et WICKBOM 1870 WH); in alpe Dovrefjell prope Jerkind (HARTMAN Bg); Dovre, Gedberget vir Jerkin (HEDBOM Bg). - S c h w e d e n : In alpibus suecis (HARTMAN 1856 Ko); Lapponia Tornensis Bha; Lapponia lulensis (ANGSTRÖM Bha); Lapponia lulensis suecica (FREDERIKSON 1864 DC); juxta rivulum Rischjajocko Lapponiae Lulensis (LAESTADIUS 1821 WH, Bha); Lapp. Lul. Liflbware (ANDERSSON 1864 WH, WU hb. KERNER, DC); Lapp. Lul. Virijaur (ANGSTRÖM WH); Abisko (ALMQUIST, Fl. lapponi-

ca Ko). - A s i e n : Kamtschatka (CHAMISSO als *D. stellata* DC, KOMAROW 1909 WH, var. b).

Draba nivalis ist eine Pflanze von ausgesprochen circumpolarer Verbreitung, die in den Gebirgen Mitteleuropas vollständig fehlt, aber in den südsibirischen Hochgebirgen reliktartig vorkommt. Sie nähert sich im Habitus und in der Schötchenform *D. siliquosa*, in der Form der Stengelblätter und in der Ausdehnung des Haarkleides *D. dubia* und könnte in dieser Hinsicht als verbindendes Glied zwischen der *fladnizensis*-Reihe und der von dieser scharf geschiedenen *tomentosa*-Reihe aufgefasst werden, allein sie unterscheidet sich von allen übrigen Leucodraben durch die nur ihr allein zukommende eigentümliche Form und Verzweigungsart der Sternhaare. Diese sind beinahe um die Hälfte kleiner als bei den übrigen Arten, ganz kurz gestielt oder fast sitzend, und jeder der vier Strahlen verzweigt sich gleich über seiner Ursprungsstelle gegen- oder wechselständig wieder in mehrere Äste, sodass die ursprüngliche Vierstrahligkeit oft ganz verwischt und Vielstrahligkeit der Sternhaare vorgetäuscht wird (siehe oben, Fig. 11). - Durch diese unter allen Leucodraben einzig dastehende Haarform nimmt *D. nivalis* eine so isolierte Stellung ein, dass ihre verwandtschaftlichen Beziehungen ziemlich unklar sind. Da *D. siliquosa* ausschliesslich in Mitteleuropa und Vorderasien, *D. nivalis* ausschliesslich in den nordischen und arktischen Ländern vorkommt und beide sich habituell und in der Schötchenform sehr nahe kommen, so liegt es auf der Hand, beide Arten als pflanzengeographische Parallelformen aufzufassen, die sich in getrennten Arealen wechselseitig vertreten und von einer gemeinsamen Urform abstammen. An dem letztgenannten Punkt scheitert jedoch diese Annahme. Denn so zwingend die Gründe sind, die für eine unmittelbare, postglaziale Entwickelung der *D. siliquosa* aus *D. fladnizensis* sprechen, ebenso unmöglich ist es, für *D. nivalis* denselben Ursprung anzunehmen. Vielmehr sind *D. nivalis* und *D. fladnizensis* unter allen nordischen und arktischen Leucodraben vielleicht am schärfsten voneinander getrennt.

D. dubia, die ursprünglichste unter den Arten der *tomentosa* -Reihe, zeigt, wie gesagt, einige Ähnlichkeit in der Form der Blätter und in der Verteilung der Behaarung, hat aber längliche, abgerundete, grössere Schötchen, die sehr abweichen von der schmallanzettlichen, zugespitzten Fruchtform bei *D. nivalis*. Doch sind beide Arten namentlich von den russischen Forschern öfters verwechselt worden u. darauf sind u.a. auch die Angaben LEDEBOURs [1] über das Vorkommen von *D. dubia* auf Kamtschatka und Unalaschka zurückzuführen. Auch REGEL [2] gesteht, dass ihm in dieser Hinsicht Verwechselungen unterlaufen seien, ebenso TRAUTVETTER[3].

Die Variabilität der *D. nivalis* ist ziemlich bedeutend, besonders hinsichtlich Grösse und Habitus, aber auch anderer Merkmale. Es sind von verschiedenen Forschern eine Reihe von Varietäten beschrieben worden, so schon von LINDBLOM [4] eine mit sternhaarigen, eine mit ovalen Schötchen (letztere aber nur als krankhafte Abnormität), ferner eine von LANGE [5] mit schmäleren Schötchen (*var. tenella*), eine von TRAUTVETTER [6] mit grösseren Blüten, eine von JÖRGENSEN [7] mit verlängerter Fruchtraube und höherem Stengel (*var. elongata*) und eine von STRÖMFELT[8] in Lavaspalten auf Island entdeckte, durch abnorme Lebensweise entstandene, spärlich sternhaarige Form mit sehr schlecht entwickelten Blüten und Früchten (*form. speluncarum*). Bemerkenswert ist ferner eine Abart mit hellgelben Blüten (*var. caesia Ledeb.*), die schon ADAMS [9] bekannt war und um derentwillen die Spezies *D. nivalis* von DE CANDOLLE (unter dem WAHLENBERGschen Namen *D. muricella*) in die Sect. *Chrysodraba* gestellt wurde.

Ich habe nur die zwei auffallendsten und verwandtschaftlicher Beziehungen halber interessantesten Varietäten beschrieben und im übrigen der genuinen Form

---

1) Fl. ross. I, p. 150 als *D. frigida* - 2) Bull. soc. nat. Mosc. XXXIV (1861) p. 192-93. - 3) Act. hort. Petrop. VI (1879) p. 13. - 4) ap. FREIS, Summa veg. Sc. I, p. 149. - 5) Consp. fl. Grönl. II (1887). - 6) Act. hort. Petrop. VII (1880) p. 542. - 7) Vidensk. Selsk. forhdlg. Kristiania 1894, nr. 8. - 8) Öfvers. Vet. Ak. Förh. 1884, p. 110. - 9) Mem. soc. Mosc. V (1817) p. 108.

einen ziemlich breiten Spielraum für Habitusvarianten gelassen, dies wohl auch deshalb, weil ich von den meisten beschriebenen Varietäten weder Herbarexemplare noch Abbildungen gesehen habe.

Die Art *D. nivalis* wurde von LILJIBLAD [1] 1793 aufgestellt und 1798 in die 2. Auflage seiner Svensk Flora [2] aufgenommen. Da die Beschreibung sehr dürftig war und nur wenig Herbarexemplare ausgegeben worden zu sein scheinen, gab sie den Deutschen und Schweizer Botanikern bald Anlass zu Verwechselungen, besonders als WILLDENOW [3] in der ihm von VILLARS zugekommenen *D. siliquosa* die Pflanze LILJEBLADs zu erkennen glaubte. DE CANDOLLE [4] beschrieb eine Form von *D. fladnizensis*, GAUDIN [5] *D. siliquosa* als *D. nivalis*, REICHENBACHs [6] *D. nivalis* ist identisch mit der DE CANDOLLEs, ihre Abbildung in den Icones fl. Germ. [7] mit der WILLDENOWs.

Inzwischen hatte WAHLENBERG [8] *D. nivalis Liljebl.* in *D. muricella* umgetauft, wozu wohl WILLDENOWs willkürliche Übertragung des LILJEBLADschen Namens auf eine ganz andere Spezies Anlass gegeben haben mag. Ferner hatte sie WALLMAN [9], wahrscheinlich aus demselben Grunde, unter dem neuen Namen *D. Liljebladii* beschrieben.

Erst LINDBLOM [10] stellte den giltigen Namen wieder her. Seine Begründung, dass nämlich *D. nivalis* WILLDENOWs mit der LILJEBLADs ohnehin zum grössten Teil identisch sei, mutet freilich etwas sonderbar an, denn in Wirklichkeit sind es zwei völlig voneinander getrennte Arten.

BASTARDE DER LEUCODRABEN.

In der Familie der Cruciferen wurden Bastarde verhältnismässig spät entdeckt, was wohl mit der geringen Differenzierung der Arten selbst zusammenhängt, weil dadurch deren Bastarde noch schwieriger zu unterscheiden sind als die ohnehin nur wenig voneinander abweichenden Elternarten. Noch 1843 bezweifelte SCHEELE [11] das Vorkommen von Bastarden bei Cruciferen überhaupt und die Bastardnatur von *Draba Traunsteineri* im besondern, deren Hybridität ihr Entdecker TRAUNSTEINER [12] schon 1835 aufs Bestimmteste behauptet hatte und in seiner Erwiderung auf SCHEELEs Äusserung 1844 [13] neuerlich erfolgreich verfocht. *D. Traunsteineri* war noch lange ein Zankapfel der Deustchen, französichen und italienischen Alpenbotaniker, allein theoretisch gab man die Möglichkeit einer Hybridisation bei der Gattung *Draba* zu und bald wurden eine Reihe weiterer Bastarde beschrieben, darunter auch solche zwischen Arten weiss- und gelbblühender Sektionen. Im ganzen sind mir einschliesslich der von mir neu beschriebenen Bastarde deren 12 aus der Sektion *Leucodraba* bekannt. Es sind folgende:

D. fladnizensis x *siliquosa* (*D. Kerneri Huter*).
D. fladnizensis x *tomentosa* (*D. Sturii Strobl*).
D. fladnizensis x *nivalis* (*D. curtisiliqua Zetterst.*).
D. siliquosa x *tomentosa* (*D. Traunsteineri Hoppe*).
D. siliquosa x *stellata* (*D. Stroblii Weingerl*).
D. dubia x *fladnizensis* (*D. Jaborneggii Weingerl*).
D. dubia x *siliquosa* (*D. Moritziana Brügger*).
D. dubia x *tomentosa*.

Arten der Sektionen *Chrysodraba* und *Leucodraba* kreuzten sich bei:
D. alpina x *fladnizensis* (*D. Ehmaniana Weingerl*).

Kreuzung zwischen Arten des Sektionen *Aizopsis* und *Leucodraba* erfolgten bei:
D. aizoides x *fladnizensis* (*D. flavicans Murr*).
D. aizoides x *siliquosa* (*D. davosiana Brügger*).
D. aizoides x *tomentosa* (*D. setulosa Leresche*).

---

1) Sv. Vet. Ak. Handl. 1793, p. 208. - 2) Sv. Flora, 2. ed. (1798) p. 269. - 3) Spec. plant. III.1. (1801) p. 427. - 4) Syst. nat. II (1821) p. 344 et Prodr. I (1824) p. 169. - 5) Fl. helv. IV (1829) p. 256. - 6) Fl. Germ. excurs. II (1832) p. 666. - 7) Ic. fl. germ. II, t. 13. f. 4238. - 8) Fl. lapp. (1812) nr. 318. - 9) in LILJEBLAD, Svensk. Fl. 3. ed. (1816) p. 350. - 10) Linnaea XIII (1839) p. 326. - 11) Flora XXVI (1843) p. 323. - 12) Flora XVIII (1835) p. 600. - 13) Flora XXVII (1844) p. 397.

Wenn es einerseits, wie oben erwähnt, sehr schwierig ist, *Draba*-Bastarde zu erkennen wegen der morphologischen Einförmigkeit der Elternpflanzen, so ist anderseits bei der Beschreibung neuer Bastarde grosse Vorsicht geboten, weil bei der Gattung *Draba* mit der geringen Merkmalsdifferenzierung eine innerhalb weiter Grenzen schwankende Variabilität der Arten Hand in Hand geht. Es sind daher durchaus nicht alle sogenannten "Mittelformen" auf Kreuzung zurückzuführen, wie STUR [1] meint, und wie auch andere Autoren vorschnell geurteilt haben. Namentlich ist gegenüber den BRÜGGERschen Bastarden ein kritisches Verhalten am Platze. Von BRÜGGERs 300 Schweizer Bastarden sollen nach GREMLI [2] 80 - 90% zweifelhaft sein! Ich habe daher von beschriebenen Bastarden, die ich nicht zu Gesicht bekommen habe, auch bezüglich derjenigen, deren Vorkommen unter den Elternpflanzen unzweifelhaft bezeugt ist, ein abschliessendes Urteil über ihre Hybridität unterlassen.

An den Exemplaren, die ich in der Hand hatte, waren für ihre Bastardnatur folgende Tatsachen massgebend:

1. Die sichere Erkenntnis, dass sie zwischen den vermutlichen Eltern gewachsen sind. Diese schöpfte ich entweder aus den auf den Etiketten notierten Bemerkungen oder aus dem Umstande, dass die Elternpflanzen irrtümlich mitgesammelt oder von demselben oder einem andern Sammler zu andern Zeiten an demselben Standort gefunden wurden. Fehlten diese Anhaltspunkte, so suchte ich aus der Literatur zu erweisen, dass die Eltern am Standort des Bastards vorkommen.

2. Eine deutliche Mittelstellung hinsichtlich der Artencharaktere der Elternpflanzen. Hiebei ist besonders interessant die deutliche Mischung der Sternhaarformen bei Kreuzungen von Arten, die verschiedenen Gruppen angehören. So hat z.B. *D. Traunsteineri* , der Bastard zwischen *D. siliquosa* und *D. tomentosa*, an ein und demselben Blatt sowohl Sternhaare mit verzweigten Strahlen als auch solche mit unverzweigten. Noch merkwürdiger verhält sich das Exemplar der *D. Moritziana (D. dubia x siliquosa)*, das ich gesehen habe. Die meisten Blätter dieser Pflanze tragen nur verzweigtstrahlige Sternhaare, einige wenige aber waren ausschliesslich von unverzweigtstrahligen Sternhaaren bekleidet.

3. Starke Mischkörnigkeit des Pollens, eine Eigenschaft, die sich selbst an älteren Herbarexemplaren noch recht deutlich erkennen liess, während bei probeweiser Untersuchung des Pollens gleichalter Individuen der Stammarten dieser stets in überwiegender Menge zum Quellen zu bringen war.

4. Gänzliche Sterilität aller oder der meisten Schötchen. Sie war bei den meisten, jedoch nicht bei allen Bastarden zu beobachten. Dieses Merkmal ist sehr auffallend, weil die Schötchen um ein Vielfaches hinter ihrer normalen Grösse zurückbleiben.

5. Eine gesteigerte Vegetationskraft, die darin besteht, dass sich die vegetativen Teile der Pflanze viel üppiger und reichlicher entwickeln als bei den Elternpflanzen. Diese für viele, aber keineswegs für alle Pflanzenbastarde charakteristische Erscheinung ist auf den Ausfall ihrer sexuellen Fortpflanzung zurückzuführen [3].

A. BASTARDE INNERHALB DER SEKTION LEUCODRABA.

DRABA KERNERI Huter (D. fladnizensis x siliquosa). - Radix fusca, brevis, parce ramosa. Rhizoma multiceps, numerosos caudiculos caespitosos singulis foliorum rosulis densis terminatos gerens. Rosularum folia 5 - 6 mm longa, 1 mm lata, lingulata vel lineari-lanceolata, obtusa, in petiolum brevem angustata, integerrima, subdense pilis stellatis obsita, margine pilis simplicibus ciliata. Scapus ad 5 cm altus, aphyllus vel unifolius, glaber. Racemus florifer dense corymbosus, fructifer corymbosus vel subelongatus. Pedicelli ad 2 mm longi, glaberrimi. Flores albi, parvi. Sepala 1 mm longa, ovata, glaberrima. Petala 2,5 mm longa, apice non emarginata. Siliculae 1,5 - 3 mm longae, 1 - 1,5 mm latae, ovatae vel lanceolatae, glaberrimae. Stylus perbrevis vel deficiens. Semina obortiva.

---

1) Ö. b. Z. XI (1861) p. 220. - 2) Neue Beitr. z. Schweizer Fl. III (1883) p. 26. - 3) Vergl. JOST, Vorles. Pflanzenphys. 3. ed. (1913) p. 515.

Synonyma: *D. laevigata Hinterhuber* (non HOPPE) exsicc. - *D. lapponica Huter* (non DC) exsicc. - *D. Hoppeana Storch* (non RUDOLPHI nec REICHENBACH) exsicc. - *D. Kerneri Huter* exsicc. 1895; Ö. b. Z. LIV (1904) p. 188; THELLUNG ap. HEGI, Ill. Fl. v. Mitteleur. IV.39. (1919) p. 391. - *D. intermedia Brügger* (non HEGETSCHWEILER et HEER), Jahresber. naturf. Ges. Graubünd. XXIII/XXIV (1881) p. 74.

Specimina visa: T i r o l centr., Brenner, in jugo Daxspitz rara inter parentes, solo schist. 2600 m (HUTER 1887 als *D. fladnizensis* x *Wahlenbergii* WU); Hühnerspiel am Brenner, Südkante des Westrückens, 2600 m, Kalkschiefer (HANDEL-MAZETTI 1905 WU); Tirol. cent., Weisspitze ad Sterzing solo schistaceo 2500-2700 m (HUTER 1884 als *D. fladnizensis* x *Wahlenbergii* Bha, Kl, WU); Riedberg ad Sterzing nimis rara ir pascuis editioribus solo schistaceo 2500-2600 m (HUTER 1885 als *D. fladnizensis* x *Wahlenbergii* Bha, Ko); Tirolia central. Riedberg prope Sterzing sparsa et rara inter parentes, sol. schistac. 2400-2600 m (HUTER 1895 als *D. kerneri* GJ hb. EICHENFELD; Specimina originalia!); Finsterstern ad Sterzing solo schist. 2700-2800 m (HUTER 1887 als *D. lapponica* Bha); Virgen, in summitate montis Bergerkogl 8393' (GANDER 1867 als *D. lapponica* WU hb. KERNER); ad montem Gr. Glockner (HUTER 1887 als *D. lapponica* WU); Schareck bei Hl. Blut 2590 m (BREIDLER 1881 WU); in der Fleiss bei Hl. Blut auf den höchsten Alpen (HINTERHUBER als *D. laevigata* S); auf dem Mittelkar in der Fusch (STORCH als *D. Hoppeana* S).

Diesen Bastard fand HUTER zuerst auf der Daxspitze am Brenner, später auch auf andern Bergen derselben Gegend und im Glocknergebiet und hielt ihn für ein Kreuzungsprodukt der genuinen *D. fladnizensis* mit der von ihm für eine Spezies gehaltenen *D. fladnizensis var. heterotricha*, weil er letztere stets in der Nähe fand. Es scheint mir aber viel näherliegend, anzunehmen, dass *D. Kerneri* aus einer Kreuzung zwischen *D. fladnizensis* und *D. siliquosa* hervorgegangen ist, wobei selbstverständlich statt der genuinen *D. fladnizensis* auch die heterotriche Varietät beteiligt sein kann. Für diese Annahme sprechen folgende Gründe:

Erstens ist *D. fladnizensis var. heterotricha* (= *D. Wahlenbergii Huter*) auch an anderen Orten unter der genuinen *D. fladnizensis* zu finden, ohne dass dort *D. Kerneri* auftritt. Zweitens ist zu vermuten, dass HUTER *D. fladnizensis var. heterotricha* und *D. siliquosa* nicht genau unterschied, da seine für die "Flora austro-hungarica exsiccata" gesammelten Exemplare von "*D. lapponica*" mit *D. siliquosa* untermischt sind. Drittens kann aufgrund des vorhandenen Herbarmaterials und mit Hilfe von DALLA TORREs Flora von Tirol festgestellt werden, dass *D. siliquosa* an allen Standorten des HUTERschen Bastardes vorkommt. Viertens waren auf einem Spannblatt des Herbars HAYNALD von 6 von HUTER gesammelten Stücken nur 4 *D. Kerneri*, die 2 übrigen reine *D. siliquosa*. Fünftens endlich ist es unwahrscheinlich, dass ein Kreuzungsprodukt zweier Varietäten ein und derselben Art in der Fruktifikation fehlschlagen würde. - Dass die Schötchenform oval und nicht länglich oder lanzettlich ist, tut nichts zur Sache, weil ja die Fruchtform von *D. fladnizensis* über die von *D. siliquosa* dominieren kann. Übrigens variiert die sonst ziemlich einheitlich gestaltete Pflanze in dieser Hinsicht und ich habe auch Exemplare mit lanzettlichen Früchten gesehen. Bei allen untersuchten Stücken aber waren die Schötchen völlig leer und im Wachstum verkümmert. Dadurch unterscheidet sich *D. Kerneri* wesentlich von *D. fladnizensis var. heterotricha*, die immer fruchtbar ist, sonst aber ebenso kahle Stengel und Fruchtstiele, ebenso mischhaarige Blätter besitzt wie jene.

Weitere Kennzeichen der Bastardnatur von *D. Kerneri* sind der deutlich mischkörnige Pollen und der üppige, rasige Wuchs, die zahlreichen, aus einem Rhizom entspringenden Rosetten, was alles eine gesteigerte Vegetationskraft erkennen lässt.

Ausser den Funden HUTERs in Tirol habe ich noch zwei andere als hierher gehörig erkannt. Der eine ist die im Herbar des Salzburger städtischen Museums befindliche "*D. Hoppeana Reichb.*", von STORCH in der Fusch gesammelt, bei der, zum Unterschied von den Pflanzen HUTERs, einige Stengel ganz zerstreut etliche Sternhaare aufweisen. Der andere ist die "*D. laevigata*" HINTERHUBERs von der Fleiss bei Hl. Blut, im gleichen Museum.

Dass *D. Hoppeana Rud.* nicht hierher gehört, wie STUR (Ö. b. Z. XI, p. 191, 218)

glaubt, sondern eine glabreszierende Varietät der *D. siliquosa* mit lineallanzettlichen, fruchtbaren Schötchen ist, wurde schon bei der Besprechung von *D. siliquosa* gesagt.

Auch HEGETSCHWEILERs [1] *D. intermedia* gehört nicht hierher, sondern zu *D. fladnizensis var. heterotricha.* Die BRÜGGERsche Pflanze gleichen Namens [2] könnte jedoch vielleicht *D. Kerneri* sein. Von ihr sah ich kein Belegsexemplar.

DRABA STURII Strobl (D.fladnizensis x tomentosa). - Radix fusca, paullo elongata, parce ramosa. Rhizoma multiceps, numerosos caudiculos dense caespitosos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Rosularum folia 6 mm longa, 2 mm lata, ovato-lanceolata, obtusa, in petiolum brevem attenuata, integerrima, subdense pilis stellatis obsita, margine pilis simplicibus ciliata. Scapus ad 6 cm altus, aphyllus vel 1 - 2-folius, in inferiore parte subdense stellato-pilosus, superne glaber. Folia caulina 5 mm longa, 2,5 mm lata, acutiuscula, sessilia, ad basin rotundata, integerrima vel subdenticulata, stellato-pilosa. Racemus florifer dense corymbosus, fructifer corymbosus vel elongatus. Pedicelli ad 3 mm longi, erecti v. subpatentes, siliculas longitudine aequantes vel superantes, glabri. Flores albi. Sepala 1,5 mm longa, ovata, glabra. Petala 3 - 4 mm longa, apice ovata. Siliculae glabrae, ovatae, aut 3 mm longae et 1,5 mm latae seminibus abortivis aut 6 mm longae et 3 mm latae semina gerentes. Stylus manifestus, 1 mm longus.

Synonyma: *D. stellata Storch* (non Jacq.) exsicc. Fl. Salisb. - *D. lapponica Stur* (non W.) in Ö. b. Wochenbl. V (1855) p. 84, pro parte. - *D. Sturii Strobl*, exsicc. Fl. Obersteierm. 1870: HAYEK, Fl. v. Steierm. I (1909) p. 517; THELLUNG ap. HEGI, Ill. Fl. Mitteleur. IV.39. (1919) p. 391. - *D. lemaniana Briq.*, Annuaire du Conserv. et Jard. bot. de Genève 1899, p. 74; BURNAT, Fl. alp. marit. III.2. Suppl. (1902) p. 288.

Specimina visa: An nackten Felsen des Speierecks im Lungau (STORCH S); in der Tuchma bei Kleinsölk (STROBL 1870 Fl. v. Obersteierm. A, specimina originalia!).

Im Jahre 1870 fand STROBL auf den weissen Kegeln in der Tuchmar-Alpe bei Kleinsölk zwischen *D. tomentosa* und *D. fladnizensis* in wenigen Exemplaren eine von beiden Arten abweichende *Draba*, die er zuerst für *D. Traunsteineri* hielt, sie aber dann als Bastard der beiden oben genannten Arten erkannte und mit dem Namen *Draba Sturii* belegte. Für ihre Bastardnatur sprechen vor allem die winzigen, samenlosen Schötchen sowie ihr rasiger und ästiger Wuchs, der an Üppigkeit beide Eltern übertrifft. Ferner nimmt die Pflanze in einer Reihe von Eigenschaften eine Mittelstellung zwischen beiden Stammpflanzen ein. Die Rosettenblätter sind sternhaarig und zugleich am Rande gewimpert, die Sternhaarbekleidung, namentlich der äusseren Rosetten- und Stengelblätter ist bei weitem nicht so dicht wie bei *D. tomentosa* und manchmal sogar nur auf den Rand beschränkt. Der Stengel ist in der unteren Hälfte locker sternhaarig, oberwärts samt den Fruchtstielen kahl, die Stengelblätter sind breiter als bei *D. fladnizensis*, schmäler als bei *D. tomentosa*. Die Blüten sind etwas kleiner als bei *D. tomentosa*, aber grösser als bei *D. fladnizensis*.

Einen Bastard zwischen *D. fladnizensis* und *D. tomentosa* von ähnlicher Beschaffenheit beschrieb BRIQUET 1899 unter dem Namen *D. lemaniana*. Belegsexemplare aus den Lemanischen Alpen sollen sich nach BURNAT im Herbar DELESSERT befinden. Mir war es nicht möglich, sie zu sehen.

Ein etwas anderes Aussehen hat derselbe Bastard aus dem Lungau. Die ganze Pflanze ist viel gedrungener, niedriger, die Stengelblätter sind schmäler, die Blüten und die fertilen Schötchen sind genau so gross wie bei *D. tomentosa*, der das Kreuzungsprodukt überhaupt viel näher steht als der *D. fladnizensis*. Der Einfluss der letzteren lässt sich nur daraus erkennen, dass die sternhaarigen Rosettenblätter einfache Randborsten tragen und dass Schötchen, Fruchtstiele und der obere Teil des Stengels kahl sind. Da auch ein deutlicher Griffel vorhanden ist, sieht die Pflanze der *D. stellata* täuschendähnlich. STORCH hat sie denn tatsächlich am Speiereck im Lungau als solche gesammelt und seinem Herbar einverleibt. Dieser Irrtum hat sich in HINTERHUBERs Prodromus d. Fl. v. Salzburg [3] bis auf den

---

1) HEGETSCHWEILER et HEER, Fl. d. Schweiz (1840) p. 631. - 2) Jahresb. naturf. G. Graub. XXII/IV (1881) p. 74. - 3) ed. 1 (1851) p. 25; ed. 2 (1879) p. 22; ed. 3 (1899) p. 22.

heutigen Tag fortgeschleppt, denn noch in der letzten Auflage (1899) ist das Speiereck im Lungau als Standort für *D. stellata* angeführt, die in Wirklichkeit in Salzburg fehlt. Und doch hat schon STUR [1]) im Jahre 1855 darauf aufmerksam gemacht, dass auf dem Speiereck Kalk und Glimmerschiefer aneinanderstossen, dass auf jenem *D. tomentosa*, auf diesem *D. fladnizensis* vorkomme, beide Arten somit in engster Nachbarschaft stehen und dass unter der *D. tomentosa* Bastarde beider zu finden sind. STUR fasst diese Bastarde sowie die zwischen *D. dubia* und *D. fladnizensis*, zwischen *D. dubia* und *D. tomentosa*, ferner die zwischen *D. fladnizensis* und *D. siliquosa* sämtlich unter dem Namen *D. lapponica Whlbg.* zusammen, der bei ihm also eine ganz andere Bedeutung hat als bei den anderen Autoren.

DRABA CURTISILIQUA Zetterst. (D. fladnizensis x nivalis). - Radix fusca, elongata, irramosa. Rhizoma multiceps, 2 - 8 caudiculos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Rosularum folia 6 mm longa, 1,5 - 2 mm in maximo lata, lingulata vel anguste lanceolata, obtusa, ad basin attenuata, integerrima, utrinque pilis stellulatis minutissimis dense obsita vel glabrescentia, margine pilis simplicibus ciliata. Scapus ad 6 cm altus, aphyllus vel unifolius, stellulato-pilosus vel glabrescens. Folia caulina ad 3,5 mm longa, 2,5 mm in maximo lata, late ovata, apice obtusa vel acutiuscula, ad basin rotundata, stellulato-pilosa vel glabrescentia, margine pilis simplicibus ciliata. Racemus florifer dense corymbosus, fructifer subelongatus. Pedicelli ad 3 mm longi, oblique patentes, sparse stellulato-pilosi vel subglabri. Flores albi, parvi. Sepala 1 mm longa, sparse pilosa vel glaberrima. Petala 2 mm longa, apice rotundata. Siliculae 2 mm longae, 1 mm latae, pedicellis breviores, ovatae, utrinque rotundatae vel apice acuminatae, glaberrimae. Stylus deficiens vel perbrevis. Semina obortiva.

Synonyma: *D. brachycarpa Zetterst.* (non Nutt.) in Bot. Notis. 1854, p. 151. - *D. curtisiliqua Zetterst.* Pl. Pyr. (1857) p. XLVIII; BLYTT, Handb. Norg. Fl. (1906) p. 382; EKMAN, Beitr. z. Kenntn. d. nord. Hochgeb.-Drab. (1917) p. 10.

Specimina visa: In siccis rupestribus editissimis montis Gederyggen alpium Dovrensium (J. E. et P. L. ZETTERSTEDT 1854 als *D. brachycarpa* WH, specimina originalia!); Norvegia, Dovre, Jerkind, ad saxa et declivia montis Gederzygen (J. E. ZETTERSTEDT et J. A. O. WICKBOM 1870 als *D. curtisiliqua* Kl; specimina originalia). - Norge, Dovre, Gedberget (HEDBOM 1881 als *D. brachycarpa* Bha, Kl, WU).

Draba curtisiliqua wurde von ZETTERSTEDT am Dovre entdeckt und als neue Spezies von ihm 1854 unter dem Namen *D. brachycarpa* beschrieben [2]). Später verwarf er diesen Namen, weil er schon von NUTTAL an eine amerikanische *Draba* vergeben war, und nannte seine neue Spezies *D. curtisiliqua* [3]). Auch hatte LINDBLOM [4]) schon 1839 eine gleichfalls am Dovre vorkommende Varietät von *D. alpina* als *brachycarpa* bezeichnet, sodass diese Namensänderung zur Vermeidung von Verwechselungen von Vorteil war. Spätere Autoren (M. BLYTT[5]), HEDBOM [6]) u. a.) erkannten in der Pflanze einen Bastard der *D. fladnizensis* mit *D. nivalis*. Doch steht sie habituell *D. nivalis* viel näher. Nur durch die kurzen, ovalen, verkümmerten, samenlosen Schötchen, durch gelegentliche Glabreszenz der oberen Stengelhälfte und der Fruchstiele sowie einiger Rosettenblätter an ihrer Oberseite, endlich durch einfache Randbewimperung der meisten Blätter kennzeichnet sich die Pflanze als Bastard zwischen *D. fladnizensis* und *D. nivalis*. Die Sternchenhaare entsprechen ganz denen der *D. nivalis*.

DRABA TRAUNSTEINERI Hoppe (D. siliquosa x tomentosa). - Radix elongata, parce ramosa. Rhizoma multiceps, numerosos caudiculos laxe caespitosos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Rosularum folia ad 10 mm longa, 3 mm in maximo lata, obtuso-lanceolata, in petiolum brevem attenuata vel subsessilia, integerrima vel uno alterove dente praedita, pilis stellatis, rarius simlicibus subdense obsita, pilorum radiis aut ramosis aut irramosis. Caulis ad 20 - 25 cm altus, simplex vel furcatus, 2 - 3-folius, stellato-pilosus vel superne glabrescens. Folia caulina 8 mm longa, 2,5 - 3 mm lata, lanceolata, acutiuscula, sessilia, stellato-

1) Ö. b. Wochenschr. V (1866) p. 83. - 2) Bot. Notis. 1854, p. 151. - 3) Plant. vasc. Pyr. (1857) p. XLVIII. - 4) Linnaea XIII (1839) p. 320. - 5) nach A. BLYTT, Handb. i Norg. Fl. (1906) p. 382. - 6) HEDBOM exsicc. in SCHLYTER, herb. europ.

pilosa. Racemus florifer corymbosus, fructifer elongatus. Pedicelli fructiferi ad 5 mm longi, siliculis semper longiores, subpatentes, sparse stellato-pilosi vel glabrescentes. Flores albi, parvi. Sepala 1,5 mm longa, ovata, pilosa. Petala 3 mm longa, apice rotundata. Siliculae parvae, 2,5 - 3 mm longae, 1 - 1,5 mm latae, ovatae vel late lanceolatae, utrinque attenuatae, glaberrimae vel pilis simplicibus brevissimis hispidulae. Stylus manifestus, ad 1 mm longus. Semina abortiva.

Synonyma: *D. Traunsteineri Hoppe* ap. STURM, Deutschl. Fl. H. 65 (1832); KOCH in RÖHLING et KOCH, Deutschl. Fl. IV (1833) p. 553, excl. syn. omn.; KOCH, Synops. 2. ed. I (1846) p. 73 et ed. 3. I (1857) p. 55; BERTOLONI, Fl. ital. VI (1844) p. 472; NYMAN, Sylloge (1855) p. 199; PARLATORE et CARUEL, Fl. ital. IX.3. (1893) p. 772, omnes pro specie. - *D. Traunsteineri Traunst.* in Flora XVIII (1835) p. 599 et Flora XXVII (1844) p. 397 et in sched. (1841 et postea); KOCH, Synops. (1837) p. 63 et 3. ed. (1892) p. 128; omnes pro hybrida *D. tomentosa x siliquosa*. - *D. Traunsteineri Sauter* in Flora XXXVIII (1855) p. 87; DALLA TORRE, Anleit. (1882) p. 179; DALLA TORRE et SARNTHEIM, Fl. v. Tirol VI.2. (1909) p. 379; THELLUNG ap. HEgi, Ill. Fl. Mitteleur IV.39 (1919) p. 391, omnes pro hybrida *D. dubia x siliquosae*. - *D. hirta Rchb.* (non Linn.) Fl. germ. excurs. II (1842) p. 842 pro parte. - *D. lapponica Scheele* (non DC) in Flora XXVI (1843) p. 323 pro parte. - *D. lactea var. seminuda Neilr.* in Ö. b. Z. IX (1859) p. 92. - *D. tomentosa var. g Ball* in Bull. soc. bot. Fr. VII (1860) p. 228 pro parte. - *D. stellata var. Johannis lus. Traunsteineri Regel* in Bull. soc. nat. Mosc. XXXIV (1861) p. 193. - *D. tomentosa fa. laevipes var. longistyla Rouy et Foucaud*, Fl. d. Fr. II (1895) p. 214 pro parte.

Icones: STURM, Deutschl. Fl. H. 65 (1832); REICHENBACH, Ic. fl. Germ. II, t. 14, f. 4240 (1837).

Specimina visa: Kitzbühler Horn 6000', selten (TRAUNSTEINER 1841 et postea. A, DC, GJ, M, S. WH, Specimina originalia); Trient, Bondon (leg. C de PICHLER, Val de Lievre WU).

Draba Traunsteineri ist der lockeren, hohen Wuchsform von *D. siliquosa* habituell sehr ähnlich, unterscheidet sich aber von ihr durch die viel kleineren, leeren, mehr ovalen oder länglichen, nicht aber lineallanzettlichen Schötchen und durch den deutlichen Griffel, sowie durch die, wenn auch meist ganz zerstreute Behaarung des Stengels. Ihre Bastardnatur ergibt sich aus den leeren, fehlgeschlagenen Früchten, aus der Mischkörnigkeit des Pollens, wie sie sich bei der Untersuchung selbst ziemlich alter Exemplare noch ganz deutlich zeigte, aus der Unbeständigkeit der Haarverteilung, indem bei manchen Stücken die Stengel mehr oder weniger kahl, bei manchen behaart sind; ja, es gibt auch solche mit bewimperten Schötchen, ganz nach Art von *D. tomentosa*, der einen Stammpflanze des Bastards. Diese Form hat KOCH[1] als Varietät *hebecarpa* unterschieden. Auch REICHENBACHs[2] Abbildung gibt eine solche behaartfrüchtige Pflanze wieder, die STURMs hingegen eine kahlfrüchtige. Die Sternhaare an den Blättern sind zum Teil solche vom *tomentosa*-Typus, also mit gegenständig verzweigten Strahlen, zum Teil solche vom *siliquosa*-Typus, mit unverzweigten Strahlen. Für die Hybridität der *D. Traunsteineri* spricht endlich auch der abnorm üppige Wuchs aller vegetativen Teile, der schon MEILREICH[3] auffiel und ihn geradezu an eine Missbildung denken liess. *D. traunsteineri* kann unter Umständen wohl doppelt so hoch werden als jede ihrer beiden Elternpflanzen.

Die Pflanze ist sehr selten, viel seltener, als man aus den Literatur-Angaben zu schliessen geneigt wäre. So sind von den Standorten bei DALLA TORRE[4] z.B. wohl die meisten auf ihre Stichhaltigkeit nachzuprüfen. Denn einerseits war man oft geneigt, jede *D. siliquosa*, die nur einen halbwegs erkennbaren Griffel aufwies, als *D. Traunsteineri* zu bestimmen[5], andererseits wurden manchmal auch andere *Draba*-Bastarde, besonders *D. Moritziana (= D. dubia x siliquosa)* mit *D. Traunstei-*

---

1) Synops. 3. ed. p. 55. - Solche Stücke sind äusserst selten. Von allen Exemplaren, die ich gesehen habe, hatte nur eines (hb. DC) behaarte Früchte. - 2) Ic. fl. germ. II, t. 14, f. 4240. - 3) Ö. b. Z. IX (1859) p. 85. - 4) DALLA TORRE et SARNTHEIM, Fl. v. Tirol VI.2. p. 379. - 5) SENDTNER, Vegetationsverh. Südb. (1854) p. 738. Das Belegsexemplar im hb. boicum (M) habe ich gesehen und als *D. siliquosa* erkannt.

neri identifiziert [1]. In den Pyrenäen, in Kärnten und Steiermark ist sie meines Wissens bis jetzt noch nicht gefunden worden. Sichere Literaturangaben liegen vor aus den Westalpen [2], aus der Schweiz [3], aus Tirol [4] und Salzburg [5]. Herbarexemplare sah ich nur aus Tirol, nämlich vom Kitzbühler Horn, ihrem klassischen Standorte, von wo sie TRAUNSTEINER in zahlreichen Exemplaren ausgegeben hatte u. wo sie schon zu seinen Lebzeiten ausgerodet war. Ferner sah ich ein Stück vom Bondone in Südtirol. Von ebendiesem Standort gab sie seinerzeit FACCHINI [6] an, der das Exemplar an KOCH zur Bestimmung gesendet und den Bescheid zurückerhalten hatte, dass es die echte *D. Traunsteineri* sei.

Draba Traunsteineri ist der erste Bastard, der in der Gattung *Draba* entdeckt wurde. Der Apotheker TRAUNSTEINER in Kitzbühel, nach dem sie benannt ist, fand sie im Sommer 1832 an einem Felsen des Kitzbühler Horns, an dem auch Rasen von *D. siliquosa* und *D. tomentosa* wuchsen, und gab sie fragweise als *D. Johannis* aus [7]. HOPPE, der sie mit keiner der damals bekannten alpinen Leucodraben in Übereinstimmung zu bringen vermochte, beschrieb sie als neue Spezies unter dem Namen *D. Traunsteineri* [8] und KOCH nahme sie 1833 in "Deutschlands Flora" auf [9]. Schon 1835 meldete sich TRAUNSTEINER [10] in der "Flora" zum Wort, um, wie er sich ausdrückte, "dem Kinde, das seinen Namen trug, selbst die Leichenrede zu halten". Hier stellte er mit Bestimmtheit fest, dass *D. Traunsteineri* ein Bastard zwischen *D. siliquosa* und *D. tomentosa* sei. Auch späterhin [11] blieb er immer bei dieser Ansicht. Ich habe nirgends die Angabe TRAUNSTEINERs finden können, auf die sich SAUTER [12] beruft, und der zufolge *D. Traunsteineri* der Bastard *D. dubia* x *siliquosa*, nicht *D. siliquosa* x *tomentosa* sein soll, "weil *D. tomentosa* am Horn, wo er sie entdeckte, nicht vorkommt", es müsste denn sein, dass diese Äusserung in einem Privatbrief TRAUNSTEINERs gefallen sei. Das ist aber kaum anzunehmen, denn TRAUNSTEINER hätte damit seinen eigenen Feststellungen [13], wonach *D. siliquosa* und *D. tomentosa* am Standort der *D. Traunsteineri* vorhanden waren, widersprochen.

Auf Grund von TRAUNSTEINERs Feststellung führt sie auch KOCH [14] in der 1. Auflage der "Synopsis" als Bastard an, scheint aber in dieser Auffassung irre geworden zu sein, weil er sie in der 2. Auflage [15] wieder als Spezies aufstellt. BERTOLONI [16] hält *D. Traunsteineri* ebenfalls für eine Spezies, weil nach Aussage FACCHINIs [17], der ihm Exemplare aus Südtirol (Padon Fassano) übersandte, am Standort die Eltern fehlen. Doch habe ich selbst Exemplare von *D. siliquosa* gesehen, die von FACCHINI am gleichen Standort gesammelt waren, und auch für *D. tomentosa* zählt DALLA TORRE [18] eine Anzahl von zuverlässigen Literaturangaben über ihr Vorkommen in den Fassaner Alpen auf, sodass FACCHINIs Einwand wegfällt. SCHEELE [19] hält sie für identisch mit *D. siliquosa* [20] und zieht sie samt dieser zu *D. fladnizensis*. Auch NEILREICH [21] ist geneigt, in *D. Traunsteineri* nur eine Varietät von *D. siliquosa* zu sehen, deren fehlgeschlagene Samen er aus dem üppigen Wachstum der vegetativen Teile erklärt. REGEL [22] hält ebenfalls *D. Traunsteineri* nur für eine Spielart seiner *D. Johannis*, die selbst hinwiederum eine Varietät seiner *D. stellata* darstellt. Die französischen Autoren BALL [23] und ROUY und FOUCAUD [25], die sie als Varietät von *D. tomentosa* aufführen, sprechen sich

---

1) HUTER in Ö. b. Z. LIV (1904) p. 183; DALLA TORRE et SARNTHEIM l. c. nach KERNERs Herbar. - 2) ROUY et FOUCAUD, Fl. d. Fr. II (1895) p. 214. - 3) BALL in Bull. soc. bot. Fr. VII (1860) p. 228. - 4) DALLA TORRE et Sarntheim, l.c.; HAUSMANN, Fl. v. Tirol I, p. 76 u. a. - 5) Nach verlässlichen Angaben bei NEILREICH (Ö. b. Z. IX, p. 85) sammelte sie SPITZEL bei Lofer. - 6) Nach DALLA TORRE u. SARNTHEIM l. c. - 7) Flora XVIII (1835) p. 598. - 8) in STURMs "Deutschl. Flora" H. 65 (1832). - 9) RÖHLING u. KOCH, Deutschl. Flora IV (1833) p. 552. - 10) Flora XVIII (1835) p. 598. - 11) In sched. 1841 und später; Flora XXVII (1844) p. 397. - 12) Flora XXXVIII (1855) p. 87. - 13) Flora XVIII (1835) p. 598. - 14) p. 63 (1837). - 15) I (1846) p. 73. - 16) Fl. ital. VI (1844) p. 472. - 17) Fl. v. Südtirol (1855) p. 78 nach NEILREICH in Ö. b. Z. IX (1859) p. 85. - 18) DALLA TORRE u. SARNTHEIM, l.c. p. 376. - 19) Flora XXVI (1843) p. 323. - 20) Verg. TRAUNSTEINERs Kritik in Flora XXVII (1844) p. 397. - 21) Ö. b. Z. IX (1859) p. 85. - 22) Bull. soc. nat. Mosc. XXXIV (1861) p. 193. - 23) Bull. soc. bot. Fr. VII (1860) p. 228.

und FOUCAUD [1]), die sie als Varietät von *D. tomentosa* aufführen, sprechen sich gegen die Bastardnatur der *D. Traunsteineri* aus. es ist jedoch aus ihren Ausführungen unschwer zu erkennen, dass sie die echte Pflanze dieses Namens und Formen von *D. dubia* oder *D. siliquosa* mit etwas deutlicherem Griffel nicht genau auseinanderhalten. Sowohl BALL als auch ROUY und FOUCAUD nehmen Anstoss daran, dass man für die Griffellänge dieser Pflanze noch keine Erklärung gefunden habe, wenn man sie als einen Bastard der beiden Arten *D. siliquosa* und *D. tomentosa* nimmt. In der Tat scheint es, als ob bei *D. Traunsteineri* der Griffel länger sei als bei *D. tomentosa* (bei *D. siliquosa* fehlt er meist vollständig). In Wirklichkeit ist aber die absolute Länge des Griffels bei beiden gleich, nur die relative Länge ist bei *D. Traunsteineri* bedeutender, weil ihre verkümmerten Früchte viel kleiner sind als die bei *D. tomentosa*.

DRABA STROBLII **Weingerl** *(D. siliquosa x stellata)*.- Radix fusca, subelongata, irramosa. Rhizoma multiceps, ad 10 caudiculos laxe caespitosos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Rosularum folia 6 mm longa, 2 mm in maximo lata, integerrima, obtusa, ad basin attenuata, pilis stellatis utrinque vel margine tantum saepe pilis simplicibus immixtis obsita, ciliata, pilorum radiis aut ramosis aut irramosis. Caulis ad 5 cm altus, 1 - 2-folius, in inferiore parte stellate vel simpliciter pilosus, superne glaber. Folia caulina 7 mm longa, 2,5 mm in maximo lata, ovata, apice obtusiuscula, ad basin rotundata, subdenticulata, stellato-pilosa vel margine tantum ciliata. Racemus florifer corymbosus, fructifer elongatus. Pedicelli ad 8 mm longi, siliculas longitudine aequantes vel superantes, patentes, glaberrimi. Sepala 2 mm longa, ovata, glaberrima vel simpliciter pilosa. Petala 2,5 - 3 mm longa, apice late rotundata vel subemarginata. Siliculae 6 mm longae, 1,5 mm lata, anguste lanceolatae, saepe subincurvatae, glaberrimae. Stylus manifestus 1 mm longus. Semina numerosa (10 vel plura) utroque in loculo.

Synonyma: *D. Johannis Strobl* (non Host) exsicc. 1869; HOPPE ap. STURM, Deutsch. Fl. H. 65 (1832)? - *D. stellata Strobl* (non Jacq.) exsicc. 1870.

Specimina visa: An den Felswänden in der höheren Alpenregion des Hohenwart bei Donnersbachwald (STROBL 1868 als *D. Johannis* A); auf der Hohen Warte bei Oberwölz, Kalk, 7000' (STROBL 1870 als *D. stellata* A).

Diesen Bastard fand STROBL 1869 am Hochwart bei Oberwölz und hielt ihn zuerst für *D. siliquosa*, dann für eine Form der *D. stellata*, wobei er bemerkt, dass sie von *D. Traunsteineri* nicht verschieden zu sein scheine, eine Beobachtung, die ganz natürlich ist, wenn man bedenkt, dass *D. Traunsteineri* eine Hybride zwischen *D. siliquosa* und dass letztere von *D. stellata* sehr wenig verschieden ist. *D. tomentosa* kommt am Hochwart nicht vor, wohl aber *D. stellata*, in deren Mitte diese "Form" nach STROBLs Versicherung wuchs, und *D. siliquosa*. Die Pflanze hält in all' ihren Eigenschaften die Mitte zwischen beiden den gleichen Standort bewohnenden Arten. Die Blüten sind kleiner als bei *D. stellata*, grösser als bei *D. siliquosa*, die Schötchen sind nicht eiförmig wie bei jener, nicht lineallanzettlich wie bei dieser, sondern länglich-lanzettlich mit deutlichem Griffel, der jedoch kürzer ist als bei *D. stellata*. Ich halte daher die Pflanze für einen Bastard zwischen den beiden genannten Arten, zumal auch der Pollen deutlich mischkörnig ist, und indem ich sie nach ihrem Entdecker benenne, nehme ich zugleich die Gelegenheit wahr, meinem ehemaligen Lehrer ein Zeichen der Verehrung zu widmen.

Dass ich in HOPPEs *D. Johannis* bei STURM ebenfalls den Bastard *D. Strobl!* vermute, habe ich schon bei Besprechung von *D. stellata* erwähnt.

DRABA JABORNEGGII **Weingerl** *(D. dubia x fladnitzensis)*. - Radix fusca, elongata, parce ramosa. Rhizoma multiceps, multos caudiculos caespitosos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Rosularum folia 8 - 10 mm longa, 2,5 mm in maximo lata, ovato-lanceolata, in petiolum brevem attenuata, apice obtusa, integerrima, subdense stellato-pilosa, margine pilis simplicibus ciliata. Caulis 7 - 8 cm longus, in parte inferiore stellato-pilosus superne glaber, 1 - 2-folius. Folia caulina 8 mm longa, 6 mm in maximo lata, sessilia, ad basin rotundata, apice obtusiuscula, margine denticulata, sparse et subdense stellato-pilosa, margine saepe

1) F. d. Fr. II (1895) p. 214.

simpliciter ciliata. Racemus florifer dense corymbosus, fructifer elongatus. Pedicelli 5 - 6 mm longi, oblique patentes, glabri, siliculas longitudine superantes. Sepala 1,5 mm longa, ovata, glabra. Petala 3 mm longa, apice rotundata vel subemarginata. Siliculae ad 3 mm longae, 1 mm latae, oblongae vel lanceolatae, glaberrimae. Stylus nullus vel perbrevis. Semina abortiva.

Synonyma: *D. Wahlenbergii Jabornegg* (non Htm.) exsicc. Kl. - *D. Hoppeana Traunsteiner* (non Rud. nec Rchb.) exsicc. S. - *D. Hoppei Thellung* (non Trachsel) ap. HEGI, Ill. Fl. Mitteleur. IV.39. (1919) p. 392, syn. excl.

Specimina visa: Gaisstein bei Kitzbühel (TRAUNSTEINER als *D. Hoppeana* herb. STORCH S); Kärnten, Lesachtal, Hochalbpass, an Gneissfelsen am Übergang nach Sapada, 7200', sehr spärlich (JABORNEGG 1875 als *D. Wahlenbergii* corr. *tomentosa* Kl).

Im Herbar des Kärntner Landesmuseums zu Klagenfurt liegt eine von JABORNEGG am Hochalblpass im Lesachtale gesammelte *Draba*, die er zuerst als *D. Wahlenbergii Htm* , dann als *D. tomentosa Whlbg.* bestimmte. Sie zeigt eine deutliche Mittelstellung zwischen *D. dubia* und *D. fladnizensis*, insbesondere in der Behaarung der Rosettenblätter und in der Blütengrösse, während sie im Habitus, in der Gestalt der Stengelblätter und in der Schötchenform *D. dubia* näher steht. Doch sind die Schötchen verkümmert und enthalten keine Samen. Der Pollen erwies sich bei Quellungsversuchen als stark mischkörnig. Ich glaubte somit diese Form mit einiger Bestimmtheit als Bastard zwischen *D. dubia* und *D. fladnizensis* auffassen zu dürfen und habe sie nach ihrem Entdecker benannt.

Im Herbar des Salzburger Museums liegt auch ein Bastard von ähnlichem Äusseren, aber schmäleren Stengelblättern und etwas kürzeren Schötchen, die gleichfalls fehlgeschlagen sind. TRAUNSTEINER sammelte ihn am Gaisstein bei Kitzbühel, bestimmte ihn als *D. Hoppeana Rud.* und versichert, dass *D. dubia* und *D. fladnizensis* die Eltern seien [1], obzwar ich aufgrund der Schötchenform statt auf *D. dubia* eher auf *D. tomentosa* als Elternpflanze geschlossen hätte.

DRABA MORITZIANA Brügger (D. dubia x siliquosa). - Radix elongata, parce ramosa. Rhizoma multiceps, ad 10 caudiculos laxe caespitosos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Rosularum folia ad 16 mm longa, 5 mm in maximo lata, integerrima, obtusa, ad basin attenuata, pilis stellatis simplicibus saepe immixtis utrinque obsita, pilis stellatis radiis partim ramosis partim irramosis. Caulis ad 12 cm altus, 1 - 3-folius, stellato-pilosus, superne cum pedicellis glabrescens. Folia caulina ad 15 mm longa, 8 mm in maximo lata, ovata, sessilia, ad basin rotundata, apice obtusa vel acutiuscula, integra vel denticulata, stellato-pilosa. Racemus pauciflorus, fructifer subelongatus. Pedicelli ad 6 mm longi, siliculas longitudine aequantes, glaberrimi. Sepala 2 mm longa, ovata, glaberrima vel simpliciter pilosa. Petala ad 4 mm longa, apice rotundata. Siliculae (immaturae) 6 mm longae, 1 mm latae, lineari-lanceolatae, glabrae, partim abortivae, Stylus manifestus 0,5 mm longus vel deficiens.

Synonyma: *D. Traunsteineri Brügger* (non Hoppe) in Jahresber. Nat. Ges. Graub. XXIV (1881) p. 47; HUTER in Ö. b. Z. LIV (1904) p. 187. - *D. Moritziana Brügger* in Jahresber. Nat. Ges. Graub. XXV (1882) p. 82. - *D. intermedia Briquet* in Ann. Conserv. et Jard. bot. Genève 1899, p. 74; BURNAT, Fl. alp. marit. III. 2. Suppl. (1902) p. 287.

Specimina visa: Tirol, Kreutzspitz ober dem Zragerboden am Brenner (KERNER 1868 WU).

Im Jahrgange 1879/80 des Jahresberichts der naturforschenden Gesellschaft Graubündens erwähnt BRÜGGER zum ersten mal unter dem Namen *D. Traunsteineri Koch* eines Bastardes zwischen *D. dubia* und *D. silliquosa*, den er bei der Rheinbrücke unter Cresta in Avers (1830 m) unter den Eltern sammelte und der "die Blätter und Rosetten der ersteren, und die Fruchttraube der letzteren hatte". Neben dieser Form fanden sich auch Stücke, die *D. silliquosa* näher standen, ber zerstreut behaarte Stengel und Blütenstiele hatten. Letztere traf er auch auf dem Gürgaletsch in der Urdenalp, auf dem Albula und bei Mühlen im Oberhalbstein.

---

1) Verg. TRAUNSTEINER in Flora XXVII (1844) p. 398.

Ein Jahr darauf beschrieb er denselben Bastard als neu unter dem Namen *D. Moritziana*, indem er zugleich versicherte, dass sie mit *D. Traunsteineri* nicht identisch sei. MORITZI hatte die Pflanze 1832 unweit des Dorfes St. Bernhardin unter den Eltern gesammelt und zuerst für *D. nivalis*, dann für *D. hirta* gehalten. BRÜGGER gibt an, dass die Pflanze von *D. siliquosa* Wuchs und Rosetten, von *D. dubia* die grösseren Blüten (3,5 - 4 mm) und die stärkere Behaarung habe. Die Stengel sind 3 - 6-blütig, nur 2 - 4 cm hoch, oberwärts samt den Blütenstielen und Kelchblättern teils behaart teils kahl, die Schötchen sind länglich-lanzettlich, kahl und tragen einen deutlichen Griffel, der 1 - 1,5mal so lang als breit ist.

Denselben Bastard beschrieb BRIQUET aus den lemanischen Alpen ziemlich übereinstimmend mit BRÜGGER unter dem Namen *D. intermedia*, während ihn HUTER, der ihn im Trojenertale bei St. Jakob in Defreggen an steilen Gneisfelsen unter den Eltern sammelte, wieder für *D. Traunsteineri* hielt, indem er betonte, dass die Pflanze ganz mit der Abbildung REICHENBACHs [1] übereinstimme, was allerdings zutreffen mag, da bei der Entstehung der vorliegenden Pflanze zwar nicht *D. tomentosa*, wohl aber die dieser sehr nahe stehende *D. dubia* beteiligt ist, das Kreuzungsprodukt also der *D. Traunsteineri* sehr ähnlich sehen muss. Nur dürfte HUTERs Pflanze wohl kahle Schötchen haben, nicht behaarte, wie REICHENBACHs Abbildung. Eine diesbezügliche Anfrage an HUTER blieb ergebnislos, das HUTER nicht mehr im Besitz dieser Pflanze ist.

Im Herbar KERNER des bot. Instituts der Universität Wien lagen mehrere von KERNER auf dem Kreuzspitz ober dem Zragerboden am Brenner 1862 gesammelte Exemplare, die eine deutliche Mittelstellung zwischen *D. dubia* und *D. siliquosa* zeigen. Nur sind einige Schötchen fein gewimpert und mit einem deutlichen Griffel versehen. Alle Schötchen sind fruchtbar. KERNER selbst hielt sie für den Bastard *D. dubia x siliquosa* und sandte sie 1870 an STUR, der ihm diese Ansicht bestätigte und die Bewimperung der Schötchen dadurch zu erklären suchte, dass die eine Elternpflanze nicht die gewöhnliche *D. siliquosa*, sondern deren Varietät *Porcii* gewesen sein sollte. Da diese in den Alpen bis heute nicht gefunden wurde und nur in Siebenbürgen vorkommt, möchte ich die in Rede stehenden Exemplare viel eher für *D. dubia var. Kochii* (mit zum Teil stark glabreszierenden Fruchtstielen) halten, zumal auch die Pollenuntersuchungen gegen die Bastardnatur der Pflanze sprachen. - Von demselben Standorte liegen aber aus demselben Jahre noch einige Stücke in besagtem Herbar, die kahle, verkümmerte Schötchen haben und die KERNER als *D. Traunsteineri* bestimmte. Da aber am Standort *D. tomentosa* fehlt, *D. dubia* jedoch vorkommt, ist der Bastard fast mit Gewissheit als *D. Moritziana* zu bezeichnen. Die Pflanzen stehen nicht nur in vielen Eigenschaften in der Mitte zwischen *D. dubia* und *D. siliquosa*, sie stimmen auch ausgezeichnet mit BRÜGGERs Angaben überein. Ich habe sie denn auch bei der Abfassung der oben stehenden Beschreibung benützt.

(*DRABA DUBIA x TOMENTOSA*). - In der Österr. bot. Zeitschr. LIV (1904) p. 187 findet sich unter den "Herbarstudien" HUTERs folgende Notiz: ..."Ich glaube auch 1 - 2 Stücke in meinen Sammlungen als *D. frigida x tomentosa* bezeichnen zu können: grosse, rein weisse Blumenblätter, so gross wie bei *D. tomentosa* (bei welcher aber die Farbe der Petalen ins Gelbliche schlägt) und Schötchen länglich-eiförmig. Verhältnis ihrer Breite zur Länge wie 1 : 2,5. Riedberg bei Sterzing, Grossweissegg, Kalkboden, 2500 m s. m."

Weiteres über diesen Bastard habe ich nirgends in der Literatur gefunden ausser bei THELLUNG [2], der HUTER wörtlich zitiert. Infolge der Kriegsverhältnisse war es HUTER auch nicht möglich, mir auf meine Bitte die betreffenden Exemplare zu leihen. Ich begnüge mich daher mit diesem Zitat, wobei ich meiner Ansicht Raum gebe, dass dieser Bastard gewiss auch anderwärts vereinzelt vorhanden sein, dass er aber von den einander ausserordentlich nahe stehenden Elternpflanzen sehr schwer zu unterscheiden sein dürfte.

---

1) Ic. fl. germ. II, t. 14, f. 4240. - 2) in HEGI, III. Fl. v. Mitteleuropa IV. 19, p. 392.

BASTARDE ZWISCHEN ARTEN DER SEKTIONEN LEUCODRABA UND CHRYSODRABA.

DRABA EKMANIANA Weingerl (D. alpina x fladnizensis). - Radix fusca, parce ramosa. Rhizoma pluriceps, ad 12 caudiculos laxe caespitosos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Rosularum folia ad 15 mm longa, 1 - 3 mm lata, linearilanceolata, integerrima, obtusiuscula, ad basin attenuata, pilis simplicibus et furcatis undique obsita vel margine tantum ciliata vel omnino glabra. Scapus ad 12 cm altus, aphyllus vel unifolius, pilosus vel glaber. Folia caulina ad 8 mm longa, 2 mm lata, lanceolata, sessilia, ad basin rotundata, apice obtusa, integra, glabrescentia. Racemus florifer densus, fructifer elongatus. Pedicelli ad 8 mm longi, siliculis multo longiores, patentes, glaberrimi. Sepala 1,5 mm longa, ovata, glabra. Petala 2 - 3 mm longa, pallide sulfurea. Siliculae 1,5 - 2 mm longae, 0,5 - 1 mm latae, ovatae, glabrae, abortivae. Stylus manifestus, brevis.

Specimina visa: Norge, Dovre, Knudshöe (AGE 1875, SCHLYTERs herbarium WU).

Diesen interessanten Bastard hat zum ersten mal WICHURA [1] im Jahre 1859 aus Lappland folgendermassen beschrieben: "Auf dem Wege von Quickjock nach Alkavara bei Laestadi Stenar von mir nur in zwei Exemplaren gefunden. Die Pflanze unterscheidet sich sowohl von *D. Wahlenbergii* als von *D. alpina*, in deren Gesellschaft sie aufwuchs, und bildet andererseits die vollständigste Vermittelung. Die Blüten haben eine hell schwefelgelbe, fast weissliche Farbe, sind etwas kleiner als bei *D. alpina* und etwas grösser als bei *D. Wahlenbergii*. Der blattlose Blütenschaft ist weich behaart. Die Wurzelblätter gleichen denen von *D. Wahlenbergii*."

Im Jahre 1882 beschrieb HEDBOM [2] denselben Bastard ausführlich von der Knudshöe am Dovrefjell und betonte, dass er sterile Schötchen besitze, in seinen vegetativen Teilen hingegen dichter und stärker entwickelt sei. Weiteres habe ich in der Literatur über diese Pflanze nicht erwähnt gefunden.

Im Herbar des botanischen Instituts der Universität Wien liegen mehrere Exemplare von einer von AGE auf der Knudshöe gesammelten und als *D. Wahlenbergii* bestimmten Pflanze, die ich als hierher gehörig erkannte und meiner obenstehenden Beschreibung zugrunde legte. Sie entsprechen in allen Stücken den Angaben WICHURAs und HEDBOMs, nur sind die Stengel fast kahl. Das hat aber keinerlei Bedeutung, denn gerade in der Ausdehnung des Haarkleides pflegen auch andere *Draba*-Bastarde sehr zwischen beiden Eltern zu schwanken.

Ich habe die Pflanze zum Zeichen meiner Hochachtung nach der verdienten schwedischen *Draba*-Forscherin Frau ELISABETH EKMAN benannt.

BASTARDE ZWISCHEN ARTEN DER SEKTIONEN LEUCODRABA UND AIZOPSIS.

DRABA FLAVICANS Murr (D. aizoides x fladnizensis). - Am 30. Juni 1902 sammelte MURR [3] am Hühnerspiel bei Gossensass in Tirol diesen neuen Bastard und beschrieb ihn folgendermassen: "Habitus intermediär, Pflanze kleiner und zarte als *D. aizoides*; Stengel blattlos, kahl, Rosettenblätter ziemlich starr, lanzett-linealisch, spitzlich, kahl, beiderseits mit 6 - 7 steifen Borsten von mehr als halber Blattbreite bewimpert. Trugdolden 3 - 5-blütig, Kelch eiförmig, stumpf olivengrün und hell berandet, fast halb so kurz als die ausgerandeten, gelblichweissen Petalen, die Staubgefässe kürzer als diese, Griffel (wie bei *D. aizoides*) halb so lang als der Fruchtknoten. Schötchen ...?

Nach einer Notiz bei DALLA TORRE [4] ist HANDEL-MAZETTI (in litt.) der Meinung, dass die gelbblühende Stammform statt *D. aizoides* eher *D. Hoppeana Rchb.* anzunehmen sei. Da ich keine Gelegenheit hatte, Herbarexemplare zu sehen, war es mir nicht möglich, diese Frage zu entscheiden.

DRABA DAVOSIANA Brügger (D. aizoides x siliquosa). - Radix tenuis, lignosa, irramosa. Rhizoma multiceps, numerosos caudiculos caespitosos singulis foliorum rosulis terminatos gerens. Rosularum folia ad 7 mm longa, 1 - 2 mm lata, linearilanceolata, obtusiuscula, ad basin attenuata, pilis simplicibus (furcatis radia-

---

1) Flora XLII (1859) p. 426. - 2) Bot. Notis. 1882, p. 3. - 3) Allg. bot. Ztschr. VIII (1902) p. 148. - 4) DALLA TORRE und SARNTHEIM, Fl. v. Tirol VI.2. (1909) 385.

to-stellatisque sparsis intermixtis) undique obsita. Scapus ad 5 cm altus, aphyllus vel unifolius, glaber, rarius sparsissime pilosus. Racemus florifer densus, pauciflorus, fructifer paullo elongatus. Pedicelli 2 - 4 mm longi, suberecti, glabri. Sepala 2 mm longa, lanceolata, glabra. Petala ad 4 mm longa, pallide sulfurea. Siliculae 6 - 7 mm longae, 2 mm latae, lanceolatae, sparse pilosae vel glabrae, fertiles. Stylus manifestus, 1 mm longus.

Synonyma: *D. davosiana Brügger* in Jahresb. naturf. Ges. Graub. XXIV (1880) p. 74; DALLA TORRE, Anl. (1882) p. 180. - *D. ladina Braun-Blanquet* exsicc. (1920); in Verh. Schweiz. Nat. Ges. 1919 (1920); Jahresb. naturf. Ges. Graub. LX (1920)79.

Specimina visa: Zentralalp., Piz Laschadurella 2900 - 3000 m, in Ritzen der Dolomitfelsen mit *Festuca alpina, Draba tomentosa, Minuartia rupestris* (spärl.), *Saxifraga oppositifolia* etc., nicht häufig (flor. rhaet. exsicc. BRAUN-BLANQUET 1919 GU, specimina originalia).

Schon 1866 erwähnt BRÜGGER [1] (in einer Fussnote zu einem kulturgeschichtlichen Aufsatz über das Graubündner Bergwesen im 16. Jahrhundert), dass er in der Strelaritzen bei Davos einen Bastard zwischen *D. siliquosa* und *D. aizoides* entdeckt habe. 1880 [2] beschreibt er ihn genauer: "Von *D. aizoides*, der sie am meisten gleicht, durch gelblichweisse, wenig kleinere, aber kürzer gestielte Blüten, kürzere Staubgefässe (halb so lang als Blmbl.) und Griffel (so lang als Stbgf. u. Fruchtknoten), meist einblätterige, zartere Stengel (20 - 40 mm hoch), weniger glänzende, zerstreut-sternhaarige, etwas kürzere (lanzettlich-lineale) Blätter und achselständige Blattbüschel zu unterscheiden. Früchte noch unbekannt, aber Fruchtknoten in der Form mit *D. aizoides* übereinstimmend".

Niemand hat später die Pflanze wieder gefunden, sodass BRÜGGERs Angaben mit der Zeit angezweifelt wurden, umso mehr, als sich auch viele andere von ihm beschriebene Bastarde nachträglich als unhaltbar erwiesen hatten. In allerjüngster Zeit hat jedoch BRAUN-BLANQUET [3] in seiner Flora rhaetica exsiccata eine neue *Draba* ausgegeben, *D. ladina*, die wegen ihrer gelblichen Blüten in die Sekt. *Chrysodraba* einzureihen sein solte. Sie stimmt aufs genaueste mit BRÜGGERs Beschreibung seiner *D. davosiana* überein, nur dass ihre Schäfte blattlos sind, während *D. davosiana* 1-blättrige Stengel haben soll. Diesen Unterschied halte ich aber für ganz unwesentlich, nach den mannigfachen Erfahrungen, die ich in dieser Hinsicht bei anderen Arten gemacht habe. Vielmehr halte ich BRAUN-BLANQUETs Pflanze mit ziemlich grosser Sicherheit für den Bastard *D. aizoides x siliquosa*, d.i. *D. davosiana Br.* Dazu bewegen mich folgende Gründe:

Erstens ist es von vornherein unwahrscheinlich, dass die rein zirkumpolar-boreal-asiatische Sektion *Chrysodraba* in den Alpen vertreten sei. Zweitens zeigt die Pflanze bezüglich ihrer morphologischen und habituellen Eigentümlichkeiten eine ausgesprochene Mittelstellung zwischen Arten der Sektion *Aizopsis* einerseits und der Sektion *Leucodraba* andererseits, so besonders in der Blütenfarbe und in der Behaarung der Blätter. Als gelbblühende Stammpflanze lässt sich aus der Gestalt und Bewimperung der Früchte, aus der Griffellänge und aus den charakteristischen langen, steifen Blattwimpern *D. aizoides* erschliessen. Hingegen liegt für die beteiligte *Leucodraba* der Schluss auf *D. tomentosa* näher als auf *D. siliquosa*, zumal der Autor ausdrücklich die Vergesellschaftung von *D. ladina* und *D. tomentosa* angibt, von *D. siliquosa* aber schweigt. Letztere ist aber in Graubünden nicht selten, wie Literatur- und Herbarstandorte beweisen. Während der Originalstandort von BRÜGGERs *D. davosiana* in geringer Entfernung vom Fundorte der *D. ladina* liegt, ist der Bastard *D. aizoides x tomentosa (Dr. setulosa Ler.)* noch nie dort gefunden worden. Auch ist *D. setulosa Ler.* von ganz anderem Aussehen wie *D. ladina Br.-Bl.* Vor allem widerspricht die Gestalt der spärlichen Sternhaare der Beteiligung von *D. tomentosa*. Sie sind durchaus unverzweigtstrahlig und entsprechen ganz denen von *D. siliquosa*. Ich habe daher die Beschreibung von *D. davosiana* unbedenklich nach den mir vorliegenden Exemplaren von *D. ladina Br.-Bl.* entworfen.

Zu bemerken ist noch, dass die Früchte dieses Bastard vollkommen normal ausge-

---

1) Jahresb. naturf. Ges. Graub. XI (1866) p. 58 Anm. - 2) Jahresb. naturf. Ges. Gr. XXIV (1880) p. 74. - 3) Fl. rhaet. exsicc. nr. 250; Jahresber. Naturf. Ges. Graub. LX (1920) p. 79.

bildet sind und Samen enthalten. Der Pollen ist etwas mischörnig.

DRABA SETULOSA Leresche (D. aizoides x tomentosa). — *D. setulosa* wurde 1853 von LERESCHE [1] beschreiben, ist also einer der am längsten bekannten *Draba*-Bastarde. Die Originalbeschreibung selbst war mir nicht zugänglich, doch fand ich bei GREMLI [2] die Herbarnotiz LERESCHEs zitiert, die ich hier vollständig wiedergebe: "Blätter weniger steiflich als an *D. aizoides*, kürzer und breiter, zwei- oder höchstens dreimal so lang als breit; Borstenhaare länger und zahlreicher, nicht nur am Rande, sondern bisweilen auch auf der Blattoberseite; ästige Haare fehlen. Stengel blattlos, schwächer als an *aizoides*, nebst Blütenstielen ganz kahl. Blüten weiss. Staubgefässe kürzer, nur etwa 1/2 so lang als die Kronblätter. Griffel an den noch nicht völlig ausgewachsenen Früchten sehr kurz".

LERESCHE sammelte 3 Exemplare auf Kalkfelsen, 6500' "au près du rocher de la Hausseresse a l'est de la montagne de Crai et au nordest de Chateau d'Oex".

SÜNDERMANN [3] sohreibt über diese Pflanze: "Am Kamm zwischen Geissitz und Öfenpass in Vorarlberg in einem Exemplar gefunden. Durch die gelblichweissen Blüten leicht erkenntlich, Blattbildung mehr der *D. aizoides* ähnlich, Blättchen aber kürzer und von Sternhaaren aschgrau. Die Pflanze ist steril und wurde in den Alpengarten der Sektion Lindau verpflanzt".

SÜNDERMANNs Pflanze unterscheidet sich also von der LERESCHEs durch gelblichweisse Blüten und sternhaarige Rosettenblätter. Ich habe mich bemüht, von SÜNDERMANN ein Exemplar zur Ansicht zu erhalten, allein ohne Erfolg.

Fernere Literaturangaben über *D. setulosa* sind spärlich. Sie kommt in GREMLIs Exkursionsflora [4] vor, dann in einer floristischen Arbeit von DURAND [5], der sie auf den Alpen von Bex und bei Chateau d'Oex (also am klassischen Standort) gefunden hat, und in DALLA TORREs und SARNTHEIMs Flora von Tirol [6], wo als zweifelhafter Fundort die Rosszähne am Schlern angeführt werden.

Fig. 13. Unverzweigtstrahlige Sternhaare (pili radiati) von der Oberseite eines Rosettenblattes bei D. siliquosa. 70 : 1

Fig. 14. Gegenständig verzweigtstrahlige Sternhaare (pili cruciati) von der Unterseite eines Rosettenblattes bei D. dubia. 70 : 1.

Fig. 15. Sternchenhaare (pili stellulati) von d. Unterseite eines Rosettenblattes bei D. nivalis. 70 : 1.

1) Compt. rend. soc. Haller 1852/53 p. 7 te. DALLA TORRE, Fl. v. Tir. VI.2. p. 384. — 2) Neue Beitr. z. Fl. d. Schweiz V (1890) p. 4. — 3) Allgem. bot. Zeitschr. XXII (1916) p. 58. — 4) p. 90 (1867). — 5) Compt. rend. seanc. Soc. Roy. Belg. 1882, p. 159. — 6) VI.2. (1909) p. 381.

INDEX NOMINUM.

(Die giltigen Namen sind unterstrichen, Bastarde sind mit (x) bezeichnet).

altaica Bge. 26,37
androsacea Bgt. 34,34
" Whlbg. 39
" Willd. 39
aretioides Hausm. 70
armena Boiss. 27,83
austriaca Beck 76
" Crantz 76
" Dalla T. & S. 76
" Halacy 76
" Hayek 76
" Hegetschw. et Heer 76
brachycarpa Zetterst.(x)92
caesia Adams 86
carinthiaca B.& F. 50
" Burnat 50
" Dalla Torre 50
" Fritsch 40,50
" Hayek 50
" Hermann 50
" Hoppe 50
" Janka 50
" Kittel 50
" Nyman 34,50
" Rchb. 50
" R. & Fouc. 50
" Sch.& Keller 50
" Schur 34
" Thellung 50
" Vollmann 50
carinthiaca v. glabrata R.&Fouc. 50
" " Sch.&K. 50
" " Thell. 50
carinthiaca v. Porciusii Stur 51
cenisia Vill. 50
ciliaris L. 14
" Whlbg. 39
ciliata Scop. 15
corymoosa R. Br. 26,38
curtisiliqua Bl.(x) 92
" Zetterst. (x) 29
davosiana Brügger (x) 98
Dörfleri Wettst. 27,29,81
Dorneri Heuffel 48
" Janka 48
" Neilreich 48
" Schur 48
" Stur 48
dubia Dalla Torre 59
" Fritsch 59
" Hayek 59
dubia Sch. & Keller 59
" Suter 27,28,58,59
" Thellung 59
" Vollmann 59
dubia v. ciliata Dalla T. & S 59
" " Sauter 59
" " Thell. 59
dubia v. hebecarpa DC. 28,59
dubia v. Kochii Dalla Torre 28,59,59
dubia v. laevipes DC 28,59
dubia v. Pacheri Th. 74
Ekmaniana Weing. (x) 98
Fladnisensis DC 39
fladnizensis D.Torre 39
" DC 39
" Ekman 39
" Fritsch 39,40
" Gaud. 39
" Gelert 39,40,40,50
" Gmelin 39
" Hayek 39
" Hoppe 39
" Host 39
" Janka 39
" Koch 39
" Pach. & Jab. 39
" Parl. & Car. 39,40,50
" Scheele 39
" Sprg. 39
" Stur 39
" Suter 39
" Traunst. 40
" Turcz. 39
" Vest 39
" Vollmann 39
" Wulf. 26,28,37
fladnizensis v. aretioides (Fr.) Bl.41
fladnizensis fa. aretioides Bl. 41
fladnizensis var. glaberrima Gaud. 28,40,40
fladnizensis v. glabrata Thell. 40
fladnizensis var. heterotricha Ball28,40
fladnizensis v. homotricha Ball 39
fladnizensis v. homotricha R.& F. 39
" " Thellung 39
fladnizensis v. homotricha (Lindbl.) 28,39
fladnizensis v. lactea Herrm. 40
fladnizensis v. lapponica Blytt 40
" " Thellung 40
" " Vollm. 40
fladnizensis fa. lapponica Herm. 40
fladnizensis v. minor gaudin 40
fladnizensis v. ramosa Gaudin 40
flavicans Murr (x) 98
flavicensis Mac. 39
frigida Bertol. 59,69
" Gaudin 59
" Hegetschw. & Heer 59
" Hausm. 59
" Hoppe 59
" Host 59
" Huter 59
" Janka 59
" Kittel 59
" Koch 59
" Ledebour 59
" Maly 59
" Moritzi 70
" Nyman 59
" Pach. & Jab. 59
" Regel & Tiling 86
" Rchb. 59
" Sauter 59
" Scheele 59
" Schur 76
" Turcz. 86
frigida var. Porta 67
frigida var. ß Koch 59
frigida var. g Koch 59
frigida v. ciliata Huter 59
frigida v. hebecarpa Hallier 59
frigida v. laevipes Huter 60
frigida v. lasiocarpa Cos. 59
" " Huter 59

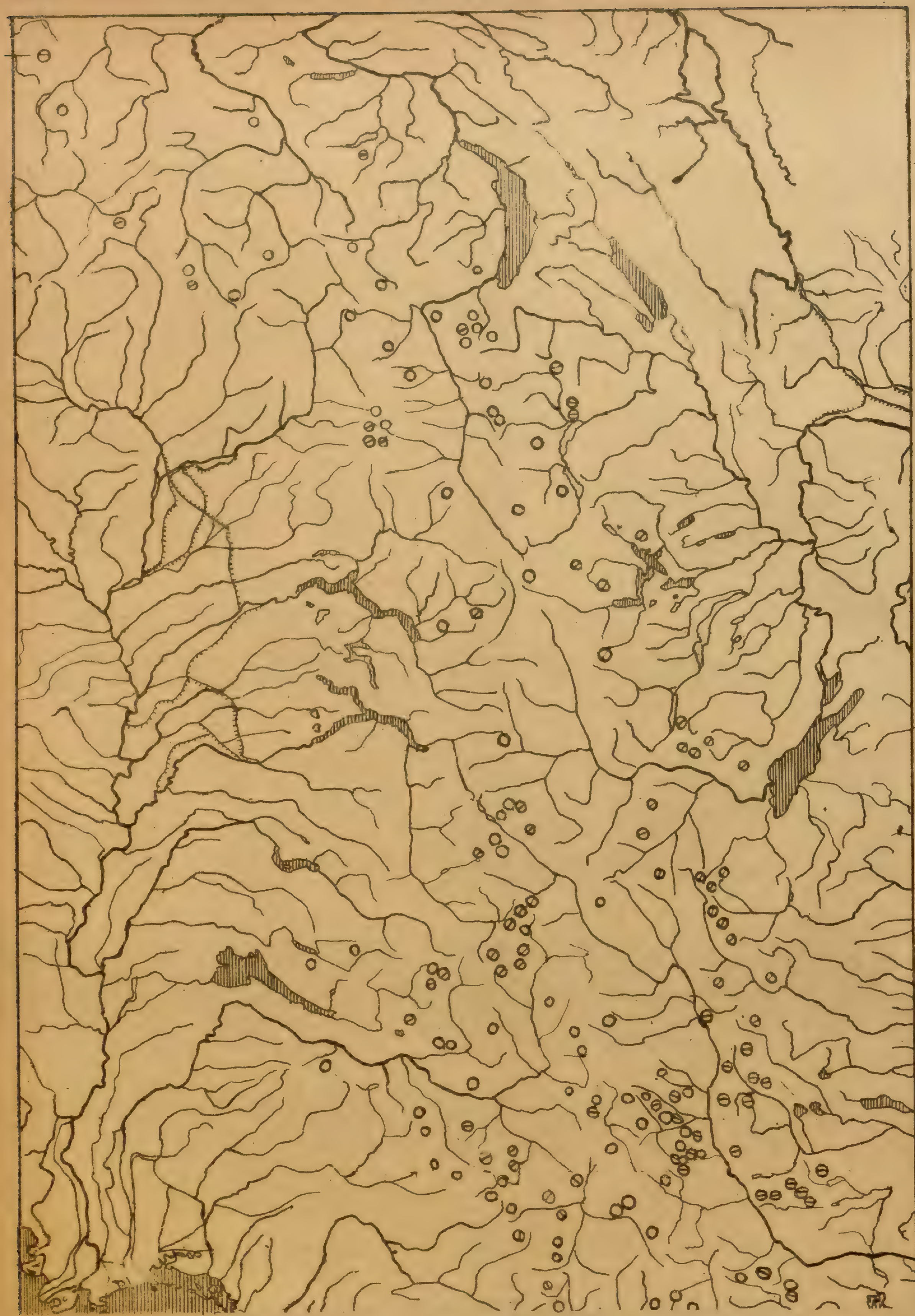
frigida v. nivea Huter 70
frigida v. siliculis ciliatis Koch 59
gelida Turcz. 26,38
glomerata Royle 84
hederaefolia Coss. 32
helvetica Bl. & F. 39
" DC. 39
" Hegetschw. & H. 39
" Koch 39
" Schleicher 39
hirsuta Crantz 76
" Turcz. 26,38
hirta All. 49,58
" Baumg. 34
" Gaudin 49
" Heuffel 49
" Jacquin 76
" L. 38
" Maly 34
" Rchb. 93
" Schur 34
" Vill. 58,69
hirta var. C. Vill. 49
Hoppeana Rudolphi 50
" Storch (x) 90
" Stur 50
" Traunsteiner (x) 95
Hoppei Thellung (x) 95
Hoppii Dalla Torre & S. 50
" Trachsel 50
Huteri Dalla Forre & S. 67
" Evers 67
" Huter 67
" Porta 27,28,67
" Sardagna 67
intercedens Briq. (x) 96
intermedia Brügger (x) 96
" Hegetschw. & H. 40
Jaborneggii Weing. (x) 95
Joanniana Zahlbr. 56
Joannis Maly 76
Johannis Hausm. 50
" Hegetschw. & H. 50
" Heuffel 50
" Hoppe 76
" Host 76
" Koch 50
" Maly 50
" Moritzi 59
" Pach. & Jab. 50
" Schur 50
" Strobl 95
Johannis var. glabrata Hausm. 50
" " Koch 50
" " Maly 50
" " Schur 50
Kerneri Huter (x) 90
" Thellung (x) 90
Kochiana Scheele 59
Kotschyi Janka 34
" Neilreich 34,34
" Nyman 34,34
" Stur 26,28,33
" Thellung 34
Kotschyi v. deminuta Schur 34
" " Thellung 34
" " Vierh. 34
Kotschyi v. flexuosa Schur 34
" " Stur 34
Kotschyi v. integrifolia Kotschy 34
Kotschyi v. robusta Schur 34
" " Stur 34,34
lactea Adams 39
" DC. 40
" Ledebour 39,39
" Nyman 39,40,40
" Regel 39,39,40,41
" Sprg. 39,40
" Trautv. 39
lactea v. aretioides Blytt 41
" " Fries 41
lactea var. ciliata Neilr. 39
lactea v. Dorneri Nym. 48
lactea v. glabra Neilr. 41
lactea v. glabrescens Neilr. 40,48,51
lactea v. pubescens Neilr. 34,34,59
lactea v. seminuda Neilr. 40,50,93
lactea v. stylosa Gris. et Schenk 48
lactea v. tomentosa Neilr. 69
ladina Br.-Bl. (x) 99
laevigata Dalla Torre 40
" Fritsch 40
" Hinterh. 90
" Hoppe 40
" Koch 40
" Pach. & Jab. 40
" Rchb. 40
" Scheele 40
laevigata v. Hoppeana Rchb. 50
laevigata v. plus ciliata Huter 39,40
laevipes Bordère 50
" DC. 60
lapponica Brown 40
" Dalla Torre et Sarnth. 40
" DC. 40
" Dörfler 40
" Hegetschw. & Heer 40
" Hoppe 40
" Huter 40,90
" Koch 40
" Pach. & Jab. 40
" Rchb. 40
" Scheele 40,50,93
" Schur 34
" Stur 91
" Turcz. 40
" Whlbg. 40
lasiophylla Boiss. 84
lemaniana Briq. (x) 91
" Burnat (x) 91
Liljebladii Sprg. 86
" Wallman 86
macrantha Vest 76
Moritziana Brügg. (x) 96
muricella Br. 86
" DC. 86
" Koch 86
" Rchb. 50
" Whlbg. 86
muricella v. caesia DC 86
nivalis Bertol. 50
" Blytt 86
" DC. 40
" Ekman 86
" Fries 86
" Gaudin 50
" Gelert 86
" Hermann 86
" La Peyrouse 59
" Ledebour 86
" Liljebl. 27,28,85,86
" Lindbl. 86
" Nyman 86
" Rchb. 40
" Séringe 39
" Trautv. 86
" Willd. 49
nivalis var. caesia Ledebour 86,86
nivalis v. hebecarpa Lange 86
" " Lindbl. 86
nivalis v. leiocarpa Lange 86
nivalis v. Panschii B. 86

nivea Dalla Torre 69
" Gremli 69
" Nyman 69
" Porta 67
" Sauter 69
Pacheri Dalla Torre 75
" Fritsch 75
" Janka 75
" Nyman 75
" Pach. & Jab. 75
" Stur 27,28,74
pamirica Korsh. 84
pumila Dalla Torre 60
" Fritsch 60
" Hinterh. 60
" Mielichh. 60
pygmaea Turcz. 39
pygmaea a Turcz. 39
pygmaea ß Turcz. 40
rhaetica Brügger 70
rupestris R. Br. 26,37
rupestris sspec. furcata Ekm. 37
rupestris sspec. infraalpina Ekm. 37
rupestris sspec. Lindblomii Ekm. 37
rupestris sspec. proxima Ekm. 37
Sckuraii Mak. 26,38
saxatilis Bl. & F. 76
" Mert. & Koch 76
sclerophylla Gaudin 39
" Thomas 39
setulosa Leresche (x) 99
shiroumana Mak. 26,38
siliquosa Boiss. 50
" Busch 50
" DC. 50
" Ledeb. 50
" M.B. 27,28,50
" Somm. & Lev. 50
" Sprg. 50
siliquosa v. brachycarpa Rupr. 51
siliquosa v. brevisiliqua Busch 51
siliquosa v. glaberrima Rupr. 51
siliquosa v. Hoppeana (Rchb.) 28,51
siliquosa v. Porciusii (Stur) 28,51
siliquosa v. subglabra S. & Lev. 51
" " Stev. 51
Simonkaiana Jav. 27,29,80
stellata Baumg. 34,81
stellata Bertol. 70
" Bl. & F. 59
" Bourgeau 50
" DC. 58
" Duftschm. 76
" Fritsch 76
" Hargasser 70
" Hausm. 76
" Herbich 50
" Hoppe 76
" Host 59
" Jacqu. 27,28,75
" Janka 76
" Kittel 76
" Koch 58,76
" Maly 76,76
" M.B. 69
" Moritzi 70
" Neilreich 76
" Nyman 76
" Parl.& Car. 70
" Regel 59
" Rchb. 76
" Sauter 76
" Scheele 76
" Schultes 58
" Sprg. 59,69
" Storch (x) 91
" Strobl (x) 95
" Thellung 76
" Vest 59
" Whlbg. 58
" Willd. 58
" v. ß Ball 50
" v. g Ball 40
" v. glabriuscula Schur 76
" v. hebecarpa DC 59
" " " Regel 84
" v. hirtella Sch. 34
" v. Johannis lus. legitima Reg. 50
" v. Johannis lus. Traunsteineri Regel (x) 93
" v. nivalis Reg. 86
stereophylla Thomas 39
Stroblii Weing. (x) 95
Sturii Hayek (x) 91
" Strobl (x) 91
" Thellung (x) 91
stylosa Jav. 48
" Simonk. 48
subsecunda S. & Lev. 20
supranivalis Boiss. 82
" Busch 82
" Ruprecht 27,28,82
" v. leioph. Lip. 82
tibetica H. & Th. 27,29,85
tomentosa B. & F. 69
" Coste 69
" Dalla Torre 69
" DC. 69
" Duftschm. 69
" Fritsch 69
" Gaudin 69
" Gremli 69
" Hausm. 69
" Hayek 69
" Heg. & Heer 69
" Hoppe 69
" Host 69
" Huter 69
" Janka 69
" Kittel 69
" Koch 69
" Maly 69
" Nyman 69
" Pach. & Jab. 69
" Parl. & Car. 59,67
" Rchb. 69
" Sag. & Schn. 69
" Scheele 69
" Sch. & Keller 69
" Schur 34
" Stur 69
" Thellung 69
" Vollmann 69
" Whlbg. 27,28,68,69
" Willk. & Lange 69
tomentosa v. a Ball 69
tomentosa v. ß Ball 59
tomentosa v. g Ball (x) 93
tomentosa v. aretioides Hausm. 70
tomentosa fa. dubia Herm. 59
tomentosa ß frigida B. 59
" " " Gren. et Godron 50,59
" " Willk. et Lange 59
tomentosa v. frigida R. & Foucaud 59
tomentosa v. frigida Hym. 59
tomentosa a genuina Gren.&Godr. 69,69
tomentosa g laevipes Gren.&Godr. 60
" " Willk. 60
" fa. laevipes R. & Fouc. 60
" " ß longistyla R.&Fouc. 59
tomentosa fa. lanciformis R.&Fouc. 59

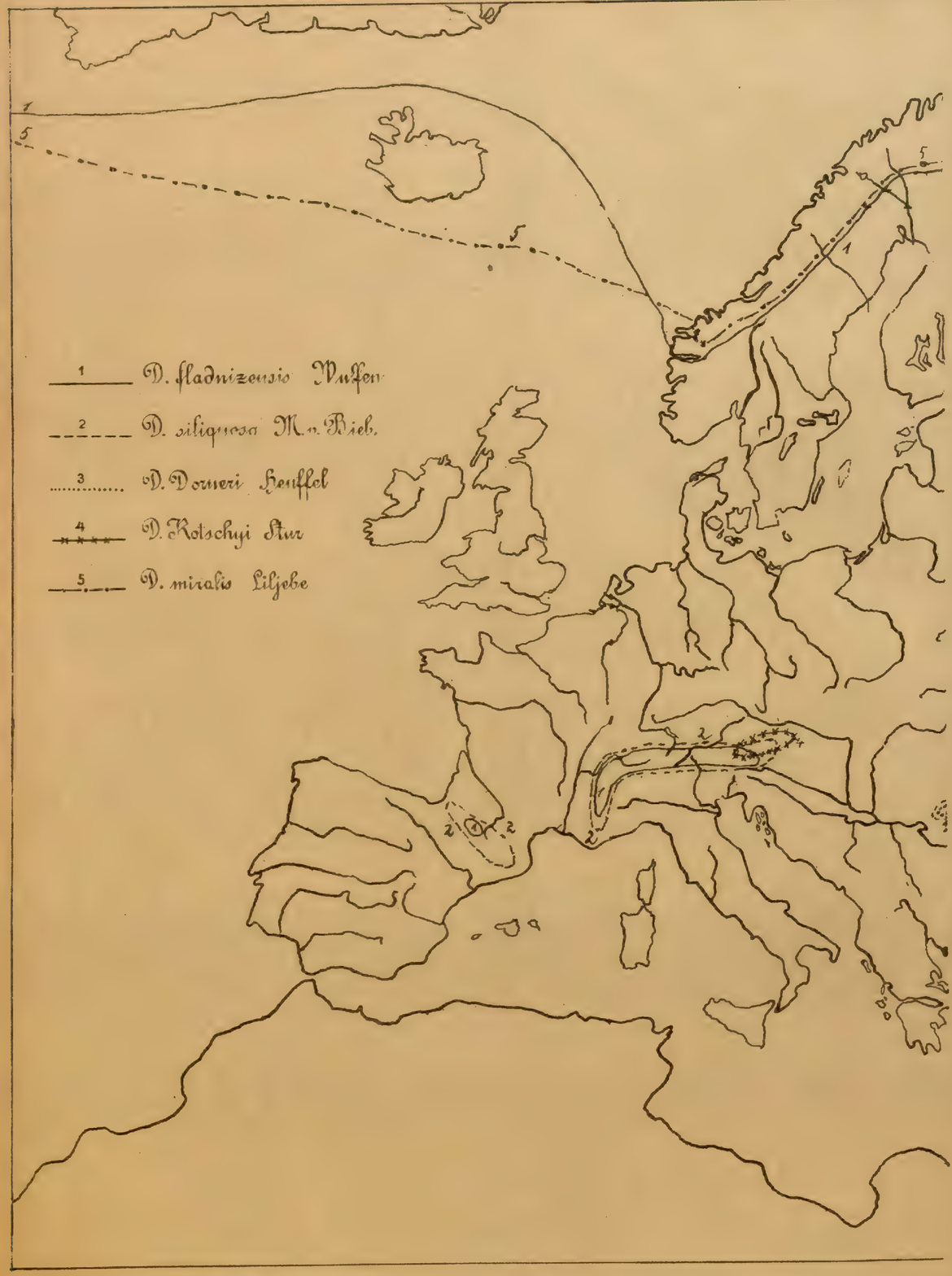
tomentosa v. leiocarpa Weing. 28,70
tomentosa v. nevadensis Pau 60
tomentosa fa. nivea Hsm. 70
tomentosa v. nivea Sch. et Keller 70
tomentosa v. pumila Neil. 60
" " Nyman 60
" " Willk. 60
tomentosa v. siliculis glabris Pach. 69
tomentosa v. a tomentosa R. & Fouc. 69
tomentosa v. a typica Fior. & Paol. 69
" " Regel 69
tomentosa v. c. frigida Fior. & Paol. 59
Trachselii Dalla Torre 51
transsilvanica Schur 34
transsilvanica v. deminuta Schur 34
Traunsteineri Bertol. (x) 93
" Brügger (x) 96
" Dalla Torre (x) 93
" Hoppe (x) 93
Traunsteineri Huter (x) 96
" Koch (x) 93
" Nyman (x) 93
" Parl. & Car. (x) 93
" Sauter (x) 93
" Thellung (x) 93
" Traunsteiner (x) 93
trichella Fries 26
uczkolensis Fedtsch 27,28,26
umbellata Sauter 59,67
Wahlenbergii Burn. 39
" Coste 39
" Ekman 39
" Gr. & Godr. 39
" Hartm. 39,39
" Jaborn. (x) 96
" Josch 39,40
" Kittel 39,39,40
" Schur 34
" Sprg. 39,39
Wahlenbergii v. glabrata Hausm. 40
" " Koch 40
" " Lange 41
" " Ledeb. 40
" " Lindbl. 40
" " Maly 41
Wahlenbergii v. glabrata Regel 41
Wahlenbergii v. heterotricha Htm. 40
" " Hausm. 40
" " Koch 40
" " Lange 40
" " Ledeb. 40
" " Lindbl. 40
" " Maly 40
" " Regel 40
" " Sch.&Keller 40
Wahlenbergii v. homotricha Hausm. 39
" " Koch 39
" " Lange 39,39
" " Ledeb. 39,39
" " Lindbl. 39,39
" " Maly 39
" " Regel 39,39
" " Sch.&Keller 39
Wahlenbergii v. Leyboldii Hausm. 44
Wahlenbergii v. pygmaea Regel 39,40
Wormskjöldii Fischer 16

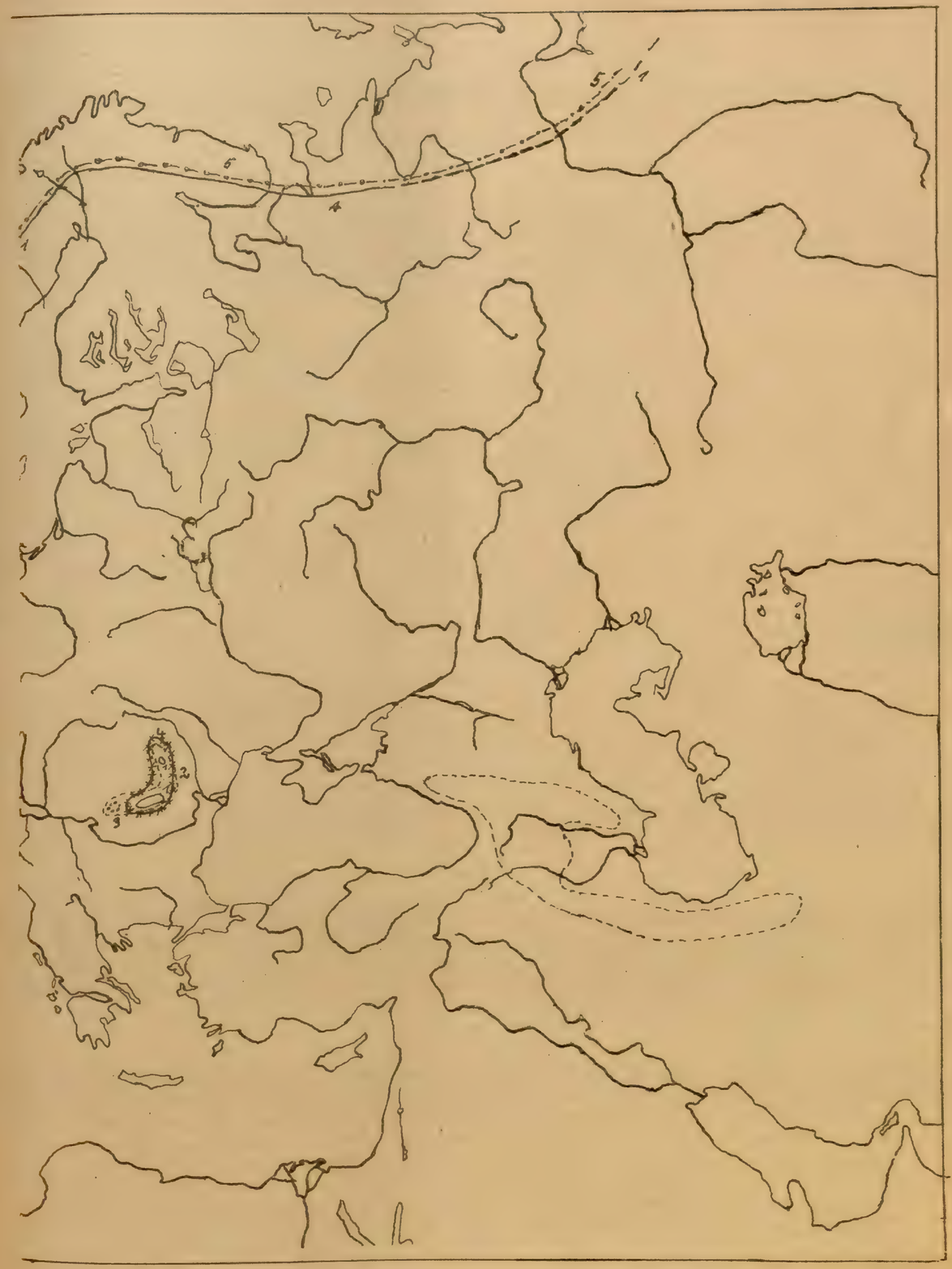
1 D. dubia (auf Urgebirge) und D. tomentosa (auf Kalk) 4 D. Dörfleri 6 D. armena ⊙ D. Huteri

2 D. stellata 3 D. Simonkaiana 5 D. supranivalis 7 D. lasiophylla ⊖ D. Pacheri



○ D. dubia, ⊖ D. tomentosa, × D. stellata.


1 D. fladnizensis Wulfen
2 D. siliquosa M.a.Bieb.
3 D. Doerfleri Hayek
4 D. Kotschyi Stur
5 D. mirabilis Liljebe



Haplolepideen und Diplolepideen in bryo-systematischer Beziehung.

Von L. LOESKE (Berlin-Wilmersdorf).

Die in der Überschrift gekennzeichnete Einteilung der mit quer gegliederten Peristomzähnen versehenen Laubmoose (Arthrodonten) stammt von PHILIBERT (Rev. Bryol. 1884, p. 65). Als Vertreter zweier verschiedener Typen behandelte er das einfache Peristom eines *Dicranum* und das aus Exostom und Endostom zusammengesetzte Doppelperistom eines *Hypnum*. Bei *Dicranum* besteht die Aussenschicht des ungespaltenen Teils der Zähne aus einer einzigen Reihe von ungeteilten Platten, die Innenschicht aus zwei Reihen von Gliedern, deren Trennungslinie der Länge nach und meist etwas zickzackartig verläuft. Beim Exostom von *Hypnum* ist umgekehrt die Innenschicht einreihig, die Aussenschicht doppelreihig gegliedert, wie das von einer Menge Hypnaceen, von *Bryum*-Arten u.s.w. bekannt ist.

Indem PHILIBERT für die einzelnen Zellwandstücke das griechische Lepis (Schuppe) verwandte, bildete er die Bezeichnungen der "Aplolépidées" ("Ganzschupper") und "Diplolépidées ("Doppelschupper").

Nur in der zweiten Gruppe kommen nach PHILIBERT Doppelperistome vor, in der ersten Gruppe niemals, und aus diesem Grunde hält er seine an sich sehr scharfsichtige Einteilung für eine natürliche. Seine Bezeichnungen spielen (in latinisierter Form) seitdem eine wichtige Rolle im Systeme der Laubmoose. Es fragt sich nun, ob diese Rolle berechtigt ist.

Besonders eingehend hat sich PHILIBERT mit den Peristomen von *Encalypta* beschäftigt. Hier sind *Encalypta procera* und *E. streptocarpa* diplolepid mit Doppelperistom, andere Arten, wie *Encalypta ciliata*, haplolepid, und noch andere Arten kommen mit und ohne Peristom vor. PHILIBERT wollte daher diese Gattung als ein phylogenetisches Ausstrahlungszentrum für die übrigen Moose ansehen, eine Annahme, die schon LIMPRICHT mit Recht abgelehnt hat. Nach ihm lässt sich die Bildung z.B. des Peristoms von *E. longicollis* ohne Zwang durch Verschmelzung des äusseren und inneren Peristoms erklären. Und die Peristome von *Polytrichum*, *Tetraphis*, *Buxbaumia* sind nach LIMPRICHT "schlechterdings nicht voneinander abzuleiten" und, fügen wir hinzu, ebenso wenig von *Encalypta*-Peristomen.

Einige Jahre später (Rev. Bryol. 1889, p. 39 ff) kommt PHILIBERT auf die Unterschiede zwischen den Peristomen von *Encalypta ciliata* und *E. streptocarpa* zurück. Sollen wir zugeben, so fragt er, dass der Bau der Peristomzähne beim Übergang von der einen zu der andern Art sich plötzlich umgekehrt habe? Diese Annahme (die schon dadurch hinfällig wird, dass ein Übergang zwischen beiden Arten weder existiert noch als jemals existierend wahrscheinlich gemacht werden kann) widerstrebt PHILBERT, und er findet eine Lösung in der Annahme, dass das einfache Peristom der *E. ciliata* dem innern Peristom der *E. procera* und der *E. streptocarpa* gleichgesetzt wird. Man solle annehmen, dass bei *E. ciliata* das Exostom fehlgeschlagen sei, und die innere Membran (also das Endostom eines ursprünglichen Doppel-Peristoms) sich in 16 Fortsätze geteilt habe. Nur entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen und fortgesetzte morphologische Peristomstudien an Laubmoosen aller Erdteile können zur Stützung der PHILIBERTschen Idee führen, der zufolge, allgemein ausgedrückt, haplolepide Peristome den Endostomen diplolepider Peristome homolog sind. Wird die Annahme als berechtigt erprobt, woran ich, soweit die grosse Gruppe der *Eubryineae Fleischer* (Musci der Flora v. Buitenzorg III, p. XII) inbetracht kommt, schon jetzt nicht zweifle, dann könnte man beispielsweise annehmen, dass die Arten von *Encalypta* oder ihre Vorläufer zur Zeit ihrer besten Entwickelung sämtlich Doppelperistome besassen oder dass

sie der Anlage nach gleichzeitig diplolepid und haplolepid waren. Indem bei einem Teil der Arten später die eine oder andere Wandschicht verkümmerte, oder bisher getrennt gewesene Schichten wieder verschmolzen oder ganz schwanden, entstand vielleicht die auffällige Mischung von Peristomformen im Rahmen einer und derselben Gattung. - Diese auffällige Mannigfaltigkeit der Peristombildung war es nicht allein, die M. FLEISCHER (l. c. p. XIII) veranlasste, zwischen die Haplolepideae sens. str. Fleischer und Diplolepideae Philib. die Familie der *Encalyptaceae* als Heterolepideae Fleisch. einzuschalten, sondern die kaum minder auffällige Übereinstimmung und Besonderheit im Bau des Gametophyten. (Auf FLEISCHERs klassisches Werk III, p. XII ff sei auch hier hinsichtlich der ausführlichen Charakterisierung der Haplolepideen und Diplolepideen verwiesen, sowie auch hinsichtlich der auftretenden Anomalien.)

Die Encalypten zerreissen jedenfalls die scharfe Scheidung in die beiden PHILIBERTschen Reihen. Aber es gibt der Unregelmässigkeiten noch viel mehr. An der Hand des LIMPRICHTschen Hauptwerkes seien einige herangezogen.

Es gibt Haplolepideen mit "Vorperistomen" (*Orthotrichum, Grimmia, Rhacomitrium* u.a.), die sich vielleicht noch als rückgebildete Exostome ursprünglich diplolepid gebauter Peristome werden wahrscheinlich machen lassen. Bei dem diplolepiden *Splachnum* wird das Peristom aus drei Zellschichten so aufgebaut, dass die Zähne innen gekammert sind. Bei dem diplolepiden *Leucodon* ist das äussere Peristom aus ganzen Zellen gebildet und daher ebenfalls im Längsschnitt gekammert. Bei dem haplolepiden *Dicranum strictum* ist die Aussenschicht des Peristoms oft zweizellreihig. Bei *D. Scottianum* sind an der Aussenschicht 2 und 3, an der Innenschicht 3 und 4 Zellreihen beteiligt. Bei *D. fulvum* zeigt die Aussenschicht zwei getrennte und unterbrochene Längsreihen von unregelmässigen Platten, die einer mittleren, einzellreihigen Schicht aufliegen. Eine dritte, am weitesten nach innen (gegen die Axe des Sporogons) gelegene Schicht besteht wieder aus 2 Zellreihen! Man kann hiernach *Dicranum strictum* nicht haplolepid nennen und *D. fulvum* und *D. Scottianum* erst recht nicht. Ausser bei *Encalypta* gibt es auch bei den Bryaceen, bei den Zygodonten, Orthotrichaceen u.s.w. Arten mit doppeltem, einfachem und ohne Peristom, Die Übereinstimmung im Gametophyten ist jedoch in diesen Gruppen andererseits so gross, dass an Zufälligkeiten nicht zu denken ist. Es bleibt nur der Schluss, dass s o l c h e Peristom-Verschiedenheiten mit Verschiedenheiten, wie sie z.B. Polytrichaceen und Bryaceen gegeneinander aufweisen, gar nicht zu vergleichen sind, dass vielmehr die Differenzen zwischen Haplolepideen und Diplolepideen mehr quantitativ als qualitativ, mehr morphologisch als phylogenetisch zu werten sind, und dass sie, nach meiner Auffassung, noch immer bei weitem überschätzt werden.

Die Gruppe der Encalyptaceen wird immer ihre herausgehobene Stellung behalten - aber in erster Linie wegen der Eigenart im Blattbau und im Bau der Haube! Aus den Peristom-Verschiedenheiten bei *Encalypta* ziehe ich dagegen einen Schluss, der demjenigen PHILIBERTs (*Encalypta* als Ausstrahlungs-Mittelpunkt) gerade entgegengesetzt ist: Wenn innerhalb eines so engen Verwandtschaftskreises, wie ihn die Encalypteen bilden, deren Arten ohne Peristom z.T. nicht sicher unterscheidbar sind, so auffällige Peristom-Verschidenheiten vorkommen können, so zeigt das, dass w e i t g e h e n d e Ü b e r e i n s t i m m u n g e n i m G a m e t o p h y t e n systematisch (und vermutlich phylogenetisch) viel wichtiger sind als P e r i s t o m - V e r s c h i e d e n h e i t e n und als P e r i s t o m - G l e i c h h e i t e n ! Wenn daher z.B. *Bryum* und *Hypnum* z.T. geradezu identische Peristome haben, so nehme ich bei der sehr grossen Verschiedenheit ihrer Gametophyten dennoch keine nähere Verwandtschaft, sondern eine Convergenz-Erscheinung an.

Solche Erscheinungen, die im Reiche der Lebewesen eine so grosse Rolle spielen, fehlen auch bei den Moosen durchaus nicht, und es gilt, ihnen besser nachzuspüren!

Gewiss deckt sich die Einteilung in diplolepide und haplolepide Formen auf grössere Strecken mit dem, was wir als natürliche Verwandtschaft zur Zeit anzu-

sehen gewöhnt sind, aber es ist meine Überzeugung, dass diese Deckung an vielen anderen Stellen fehlt! So stehen Funariaceen, Splachnaceen, Meesiaceen bei den Diplolepideen, wohin sie meiner Überzeugung nach nicht gehören, weil eine Würdigung a l l e r Merkmale sie zu den Haplolepideen in nähere Beziehung bringt! Versteht man unter einer natürlichen Einteilung eine Gruppierung, bei der sämtliche Merkmale ohne Ausnahme in kritischer Weise gewertet und benützt werden, dann wird sich die Verwendung der Gruppen der Haplolepideen und Diplolepideen in der b i s h e r i g e n Weise als nicht natürlich herausstellen.

Ich konnte hier auf diese Probleme zunächst nur hinweisen. Ihre Prüfung wird zu weiteren Verbesserungen des Moos-Systems führen. Es sind in der Regel historisch überlieferte, ursprünglich verdienstvoll gewesene, aber pietätsvoll oder gewohnheitsmässig allzu lange festgehaltene Maximen, die hier, wie auf andern Gebieten, den Fortschritt verzögern.

Vorstehende Ausführungen wurden vor einigen Jahren niedergeschrieben. Soweit es sich um die Auffassungen MAX FLEISCHRs handelt. hat dieser inzwischen in einer späteren Veröffentlichung (Hedwigia LXI, p. 390 ff) PHILIBERTs Einteilung zugunsten einer natürlicheren Gruppierung aufgegeben.

MITTEILUNG DES HERAUSGEBERS.

Da jeder Arbeiter eines Lohnes, den das Archiv weder in baar, noch in einer grösseren Anzahl von Separaten bezahlen kann, wert ist, bietet es bis auf weiteres seinen Mitarbeitern, soweit sie wenigstens einen halben Bogen aufgenommenes Manuskript liefern, den ganzen Band als Honorar an. Figuren sind möglichst zart mit schwarzer Tusche (Tinte ist nicht zulässig!) auf dünnes, weisses Papier genau in der Grösse der Veröffentlichung zu zeichnen. Erklärung sind so deutlich und schön wie möglich handschriftlich ebenso einzutragen und werden mit der Figur reproduziert. Jede Figur kommt genau heraus wie sie geliefert wird! - Die Wiedergabe von Photographien ist gleichfalls möglich, erfordert aber, wegen der ganz enormen Kosten, besondere Übereinkunft, wie auch die Aufnahme von Dissertationen nur unter besonderen, den Deutschen Botanischen Instituten mitgeteilten Bedingungen erfolgen kann. - Da eine nachträgliche Korrektur vollkommen ausgeschlossen ist, die Autoren auch keine Korrektur-Abzüge erhalten können, sind die Manuskripte absolut druckfertig zu liefern. Auf deutlichst lesbare Schrift (am besten Maschinenschrift) der Manuskripte ist zu achten!

Steindruck von A. Wilutzky, Königsberg Pr.

BOTANISCHES ARCHIV
ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE BOTANIK.
HERAUSGEBER DR. CARL MEZ,
PROFESSOR DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT
KOENIGSBERG.
BAND IV HEFT 2. AUSGEGEBEN AM 1. AUG. 1923.

Herausgeber: Prof. Dr. Carl Mez, Königsberg Pr., Besselplatz 3 (an diese Adresse alle den Inhalt d. Zeitschrift betreffenden Zusendungen). - Verlag des Repertoriums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49 (Adresse für den Bezug der Zeitschrift). - Alle Rechte vorbehalten. Copyright 1923 by Carl Mez in Königsberg.

Ueber Kern- und Zellteilungen im Cambium.

Von ANTON KLEINMANN (Frankfurt a. M.).

A. EINLEITUNG UND ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN.

Der erste, der sich mit der Frage der Zellteilungen im Cambium befasste, war SANIO (1). Zu seinen Untersuchungen benützte er *Pinus silvestris*, also einen Vertreter der Coniferen. Zwar war es ihm weniger um das "Wie" der Kern- und Zellteilungen im Cambium zutun, als um das "Wo", d.h. er suchte die Frage zu lösen, ob es e i n e Cambium-Mutterzelle gibt oder mehrere. Unter der Cambium-Mutterzelle versteht man diejenige Cambiumzelle, die entweder ganz allein die Fähigkeit, sich dauernd zu teilen, besitzt oder wenigstens durch eine ungleich grössere Teilungsfähigkeit gegenüber den anderen Cambiumzellen ausgezeichnet ist. SANIO (1) stellte in seiner Abhandlung "Anatomie der gemeinen Kiefer" seine bekannte Initialentheorie auf, die lange Zeit anerkannt wurde. Nach seiner Ansicht geht die Vermehrung der Cambiumzellen nur von einer einzigen mittleren Zellage aus, den Mutterinitialen. Während er diese Theorie bei den Coniferen aufstellt, glaubt KRABBE (2) sie auch auf das Cambium der Dikotylen übertragen zu können. SCHOUTE (6) jedoch zeigt, dass es nicht der Fall ist, dass die Zellvermehrung nur von einer einzigen Zellage ausgeht, sondern er weist vielmehr nach, dass es zwar in jeder Radialreihe nur e i n e Mutterinitiale gibt, dass aber die von dieser Mutterinitiale abgegebenen Tochterzellen selbst wieder vollkommene Initialen sind. Denn darin besteht der Hauptunterschied zu der Theorie SANIOs, dass dieser den Tochterzellen nur die Fähigkeit, sich noch einmal zu teilen, zuschreibt, während nach SCHOUTE die Tochterzellen Initialen sind.

Meine Untersuchungen und Überlegungen haben mich zu der Ansicht, auf die ich im Verlaufe dieser Arbeit zurückkomme, geführt, dass die Zellteilungen im Cambium nicht an eine bestimmte Zellenlage gebunden sind, dass dem entsprechend von einer Mutter-Initialschicht im engeren Sinne nicht geredet werden kann.

Schuld an dieser Unklarheit und der Verschiedenheit der Initialentheorie ist wohl hauptsächlich der Umstand, dass es an direkter Zellteilungs-Beobachtung fehlte. So sagt z.B. SCHOUTE (6) in seiner Arbeit "Über Zellteilungsvorgänge im Cambium" von 1902 p. 105 bei der Behandlung der Initialen-Theorie: "Um den wahren Sachverhalt darzulegen, kann man natürlich nur indirekten Methoden folgen, da die Zellteilungen selbst nicht beobachtet werden können".

Doch diese Unklarheit mangels direkter Beobachtung der Zellteilungen bezieht sich nicht nur auf die Initialentheorie, sondern auch auf die Wachstumsvorgänge im Cambium überhaupt. Denn da, wo Längen- und Dickenwachstum vorhanden ist, muss man doch naturnotwendig annehmen, dass das Cambium sich nach den drei Richtungen der Körperdimension ausdehnt und vermehrt. Einmal weil es Zellen erzeugen muss nach der Xylem- und Phloemseite, sodann zur Vergrösserung des Cambiummantels entsprechend dem Wachsen des Umfanges der Pflanze. Diese beiden Vorgänge entsprechen der Ausdehnung in die Breite und Tiefe eines Körpers. Zum dritten muss angenommen werden, dass auch bei starker Längsstreckung der Stengel und Wurzeln die Cambiumzellen nicht nur eine Streckung, sondern auch eine Teilung erfahren.

Auf diesen Punkt wird im folgenden noch näher eingegangen. Und auch in diesen Punkten wird die Frage: "Wie vermehrt sich das Cambium" am einfachsten und sichersten geklärt und entschieden, wenn es möglich ist, durch direkte Beobachtung die Zellteilungen bzw. die vorausgehenden Zellkernteilungen nachzuweisen.

Dieser Nachweis stellt die Hauptaufgabe meiner vorliegenden Arbeit dar, und ich hoffe in deren Verlauf an Hand des untersuchten Materials ein klares Bild der verschiedenen Teilungsvorgänge geben zu können.

Entsprechend den oben angeführten drei Ausdehnungsrichtungen des Cambiums müsste es also drei Arten von Zell- bzw. Kernteilungen geben, nämlich:

1. tangentiale [1] Längsteilungen, bei denen die Scheidewand parallel der Tangente verläuft;

2. horizontale Querteilungen, bei denen die Zelle in eine obere und untere Hälfte zerlegt wird, und

3. radiale Längsteilungen, bei denen die Teilungswand in der Richtung des Radius steht, die Teilungsprodukte also in der Richtung der Tangente nebeneinander liegen.

Mit dieser Anischt der dreifachen Teilungen, die ja auch die einfachste und am leichtesten denkbare ist, stimmen STRASBURGER (7) und viele andere Autoren überein. STRASBURGER schreibt in seinem Lehrbuch in der 9. Aufl. p. 109: "Die Teilungen erfolgen durch tangential gerichtete Scheidewände; von Zeit zu Zeit werden auch einzelne Initialzellen durch eine radiale Wand verdoppelt". Zu Punkt 3, der am meisten bezweifelt und umstritten ist, schreibt HABERLANDT (11) p. 614 im Anschluss an die von NAEGELI angestellten Berechnungen: "Da wegen des konstanten Verhältnisses von Radius und Umfang bei gegebener Vergrösserung der ersteren das Mass des tangetialen Wachstums sich leicht berechnen lässt, so kann auf Grund bestimmter Messungen in jedem Einzelfalle durch Rechnung ermittelt werden, nach wieviel Teilungen in einer Zellreihe des Verdickungsringes eine radiale Teilung eintritt". ROTHERT (8) schreibt: "Dieser Breitenzunahme des Cambiums ist aber eine Grenze gesetzt; von Zeit zu Zeit teilt sich nämlich eine Cambiuminitiale durch eine radiale Wand in zwei Zellen". KLEIN (9) sagt: "Der Verdickungsring rückt bei dieser Tätigkeit (Cambiumtätigkeit) natürlich immer weiter nach aussen, wodurch die Cambiumzellen in tangetialer Richtung gedehnt werden. Hat die Dehnung eine gewisse Grösse erreicht, so teilt sich die Initialzelle durch eine radiale Wand, sodass

---

1) Die Benennungen tangential, radial und horizontal sind gedacht an aufrechtstehenden Zylindern, wie ihn etwa ein aufrechter Spross, eine abwärts wachserde Hauptwurzel darstellt. Ich habe mich hierin an die Mehrzahl der Autoren angeschlossen.

der Cambiumring, seiner Ausdehnung entsprechend, auch an Zellenzahl zunimmt". VÖCHTING (12) sagt an besonders wichtiger Stelle bei der Erklärung des Wachstums knollenförmiger Bildungen an verkehrt wachsenden Pflanzen, indem er auf die Vorgänge im Cambium beim Dickenwachstum zurückkommt: "Der wichtigste Unterschied bestände darin, dass beim Dickenwachstum die tangentialen wie die radialen Teilungen auf der ganzen Mantelfläche des Zylinders nach der NÄGELIschen Regel gleichmässig erfolgten, während sie im Ellipsoid von den Scheiteln aus nach dem Aequator mit wachsendem Radius zunähmen, vor allem die radialen Spaltungen ungleich häufiger aufträten". Auch schon SANIO (1) schreibt p. 57: "Radiale Teilungen der Cambiumzellen kommen gleichfalls vor und sind zu der Zeit, wenn die Cambiumzellen ihre endliche Grösse erreicht haben, notwendig, um der durch das Auswärtsrücken des Cambiums stattfindenden Dehnung der Cambiumzellen in tangentialer Richtung das Gleichgewicht zu halten".

STRASBURGERs Nachfolger FITTING schreibt in seinem Lehrbuche der Botanik noch in der 12. Auflage (1913), dass sich die Cambium-Zellen durch tangentiale und radiale Scheidewände vermehren. Aber schon in der nächsten Auflage beginnt diese Auffassung der radialen Längsteilung, der so viele Autoren zustimmten, der neuen Theorie zu weichen, die zuerst von KLINKEN und dann von NEEFF ins Leben gerufen und mit Beweisen belegt wurde. FITTING sagt in der 13. Auflage (1917) und in der 14. Auflage (1919): "Seine (des Cambiums) Zellen, die in radialer Richtung wachsen, teilen sich durch tangentiale und quere Scheidewände; von Zeit zu Zeit werden auch einzelne Zellen scheinbar durch radiale Wände geteilt. Doch in der letzten Auflage (15. von 1921) lässt er den Satz von den radialen Wänden ganz fallen und gibt nur Teilungen durch tangentiale und quere Scheidewände an. Zu den Radialteilungen äussert er sich folgendermassen: "Dadurch, dass das Cambium nach innen Zellen abgibt, wird es mit der Dickenzunahme des Stammes selbst immer weiter nach aussen geschoben; entsprechend muss sich der Umfang des Cambiummantels fortgesetzt vergrössern. Das ist nur möglich durch Wachstum und Vermehrung der Zellen in tangentialer Richtung. Auf Querschnitten durch das Cambium sieht es so aus, als käme diese Vermehrung durch gelegentliche radiale Teilungswände zustande. KLINKEN und NEEFF haben uns aber darüber belehrt, dass solche Teilungen nicht vorkommen; soll die Zellenzahl tangential vermehrt werden, so teilt sich vielmehr eine Cambium-Initialzelle quer, worauf die Enden der Tochterzellen durch gleitendes Wachstum tangential aneinander vorbei wachsen."

KLINKEN (10) benützte zu seinen Untersuchungen *Taxus baccata*, dehnte aber seine daraus gewonnenen Ergebnisse auf die Coniferen insgesamt aus. Er begründet es mit den Worten (p. 35): "Zunächst sei darauf hingewiesen, dass SANIO und JOST ein gleitendes Wachstum der Cambiumzellen nicht für *Taxus*, sondern für *Pinus* nachzuweisen versuchten, es aber für alle Coniferen fordern zu müssen glaubten. Ebenso hat SCHMIDT dieselbe Form des Markstrahleinsatzes, die wir bei *Taxus* feststellten, für alle übrigen einheimischen Coniferenarten nachgewiesen. Wenn man ferner bedenkt, dass die Anatomie der verschiedenen Coniferenarten zahlreiche gemeinsame Merkmale aufweist (z.B. das Vorkommen von Radialreihen, das Fehlen von Horizontalschichten, die grosse Länge der Cambiumzellen, das geringe extracambiale Wachstum der Elemente u.s.w.), und dass diese Merkmale bei *Taxus* im engsten Zusammenhang mit der besondern Art seiner Cambiumtätigkeit stehen, zum Teil sogar unmittelbar durch sie bedingt sind, so kann es als sicher gelten, dass dieselbe Art der Cambiumtätigkeit, die wir bei *Taxus* nachwiesen, auch allen übrigen Coniferen zu kommt".

NEEFF (13) untersuchte *Tilia tomentosa* und schloss daraus auf die Dikotylen, da "*Tilia* als Typus für die Dikotylen gelten darf".

Doch wie schon die früheren Autoren, so bedienten sich auch die beiden letztgenannten der indirekten Beweismethode, was Zellteilungen anbelangt. NEEFF schreibt z.B. p. 228 über die horizontalen Querteilungen: "Es müsste durch einen selten glücklichen Zufall eine Cambiumzelle gefunden werden, die gerade sich anschickt, eine horizontale Querwand anzulegen", und auf p. 232: "Eine direkte Beobachtung der Teilung ist nicht möglich". Ähnlich schreibt auch SUESSENGUTH (14) p. 59 über diesen Punkt" "Über den Kernteilungsvorgang in Cambiumzellen scheint wenig bekannt

zu sein. Schon BERTHOLD hat angegeben, dass die Teilungen der Cambiumzellen scheinbar einen Gegensatz darstellen zum Gesetz der Flächen minimae areae. An dem sich besser geeigneten Cambium holzbildender Stämme konnte die Kernteilung bis jetzt nicht verfolgt werden, da es nicht gelang, Holz mit dem Mikrotom entsprechend zu schneiden".

Da die Theorie von KLINKEN und NEEFF für meine Arbeit von grosser Bedeutung ist, halte ich es nicht für unwichtig, an dieser Stelle in Ergänzung zu dem bereits von FITTING angeführten eine kurze Darstellung der Ergebnisse der beiden Forscher zu geben:

1. Die Initialen im Cambium der Coniferen (*Taxus baccata*) einerseits und der Wurzel von *Tilia tomentosa* (Dikotylen) andererseits können sich, wenn sie eine bestimmte Grösse erreicht haben, durch eine horizontale Querwand in zwei Zellen (Initialen) teilen, die sich durch gleitendes Wachstum aneinander vorbeischiebend in die Länge strecken, worauf sie sich wiederum horizontal quer teilen können.

2. Radialteilungen fehlen. Die auf Querschnitten sichtbaren Radialwände kommen dadurch zustande, dass die horizontalen Querwände sich durch gleitendes Längenwachstum immer schräger stellen und zuletzt vollkommen radial-vertikal verlaufen.

NEEFF fügt noch entgegen KLINKEN den Schluss hinzu, dass kein prizipieller Unterschied besteht zwischen "Coniferentypus" und "Dikotylentypus", sondern bei beiden sich die normale Cambiumtätigkeit zusammensetzt aus tangentialen Längsteilungen und horizontalen Querteilungen mit darauf folgendem gleitendem Längenwachstum.

Im folgenden werde ich nun versuchen:

1. Tatsächlich beobachtete Kern- bzw. Zellteilungen nach den drei Richtungen im Cambium der Dikotylen darzulegen;

2. an Hand dieser Beobachtungen zu zeigen, ob und wie weit die Behauptungen von KLINKEN und NEEFF bei den Dikotylen und Coniferen ihre Richtigkeit haben bzw. ob und wie weit sie mit den gefundenen Tatsachen im Widerspruch stehen.

Zuvor möchte ich einige Worte der Arbeitsmethode widmen.

B. METHODE.

Um einigermassen Aussicht zu haben, Kernteilungen zu finden, mussten zwei Bedingungen erfüllt werden:

1. Es musste ein Material gefunden sein, das ausgezeichnet ist durch kräftiges und rasches Längen- und Dickenwachstum;

2. Dieses Material musste so beschaffen sein, dass es sich mit dem Mikrotom schneiden liess. Zu diesem Zwecke durfte es nicht zu hart, d.h. verholzt sein.

Wenn auch das Dickenwachstum für Holzgewächse typisch ist, so sind gerade diese ein ungeeignetes Material. Bis heute ist es trotz vielfachen Versuchen noch nicht gelungen, ein Verfahren zu finden, nach dem es möglich wäre, brauchbare Mikrotomschnitte in Serien durch Xylempartien herstellen zu können. Zur Untersuchung der Kernteilungen sind aber Mikrotomschnitte nötig. Es kommt noch hinzu, dass, sobald Holz definitiv ausgebildet wird, von einem raschen und kräftigen Wachstum keine Rede mehr sein kann. Um aber doch nun auch Untersuchungen an Arborescenten der Dikotylen zu ermöglichen, gab es einen Ausweg, der die beiden genannten Bedingungen erfüllte. Es war dies der Fall bei jungen, emporschiessenden und längere Zeit unverholzten Frühjahrstrieben von einzelnen Baumarten und baumartigen Sträuchern. Von ersteren benützte ich *Aesculus Hippocastanum*, von letzteren *Sambucus nigra*.

Von den krautigen Dikotylen ist zwar die Mehrzahl zum Schneiden mit dem Mikrotom geeignet, aber nicht bei allen genügt das Cambium den in Bezug auf Wachstum gestellten Bedingungen. Immerhin ist hier die Auswahl bedeutend grösser als bei den Arborescenten. Dem entsprechend habe ich Präparate angefertigt von: Wurzeln von *Daucus Carota*, Rhizomen von *Asarum europaeum*, jungen Hauptwurzeln von *Phaseolus multiflorus*, Stengeln von *Phytolacca decandra*, Wurzeln von *Geranium pratense*, Wurzeln von *Raphanus sativus*, Wurzeln von *Oenothera biennis*. Doch selbst unter diesem ausgelesenen Material war die Günstigkeit und Brauchbarkeit eine sehr verschiedene. Zwar war bei diesen allen das Cambium gut entwickelt, aber es zeigte sich deut-

lich der Unterschied zwischen schnellem und langsamem Wachstum. Denn während sich die immerhin verhältnismässig langsam wachsenden Rhizome von *Asarum europaeum* und die Wurzeln von *Geranium pratense*, sowie die rascher wachsenden Wurzeln von *Oenothera biennis* und *Daucus Carota* als unbrauchbar erwiesen, ergaben die übrigen Vertreter der Dikotylen, also: *Sambucus nigra, Aesculus Hippocastanum, Phaseolus multiflorus, Phytolacca decandra* ein günstiges Material. Am vorteilhaftesten in jeder Beziehung bewährten sich die Wurzeln von *Raphanus sativus*. Es ist ja auch leicht zu begreifen, dass der Garten-Rettich, dessen Wurzel ein enorm grosses Wachstum, vornehmlich Dickenwachstum zeigt, ein gut ausgebildetes und zu den vorliegenden Untersuchungen geeignetes Cambium besitzen muss.

Dieses Material musste, da das Hauptstreben darauf gerichtet war, Kernteilungen zu finden, mitten im Wachstum einer zuverlässigen Fixierungsmethode unterworfen werden. Dazu benützte ich die bewährte JUELsche Fixierungsflüssigkeit, die hergestellt ist aus: 80% Alkohol (50%), 10% Eisessig und 10% Zinkchlorid. Die Zeit der Fixierung wählte ich verschieden, d.h. ich brachte das Material zu verschiedenen Tageszeiten in die JUELsche Lösung. Eine Hauptbedingung dabei war, dass die Objekte direkt von der lebenden Pflanze in die Fixierungsflüssigkeit kamen, wobei noch, um diese möglichst rasch eindringen zu lassen, die Objekte unter die Wasserstrahlpumpe gebracht wurden, oder die Flüssigkeit bis zum Entweichen von Luftblasen aus dem Objekt erwärmt wurde. Die Grösse der fixierten Stücke musste möglichst gering sein, da bekanntlich kleinere Stücke sich leichter fixieren und leichter mit dem Mikrotom schneiden lassen als wie grosse Stücke. Wo es sich um dünne Sprosse oder Wurzeln handelte, konnten ohne weiteres Stücke von 3 - 4 mm Länge davon abgeschnitten werden, Fig. 1 und 2.

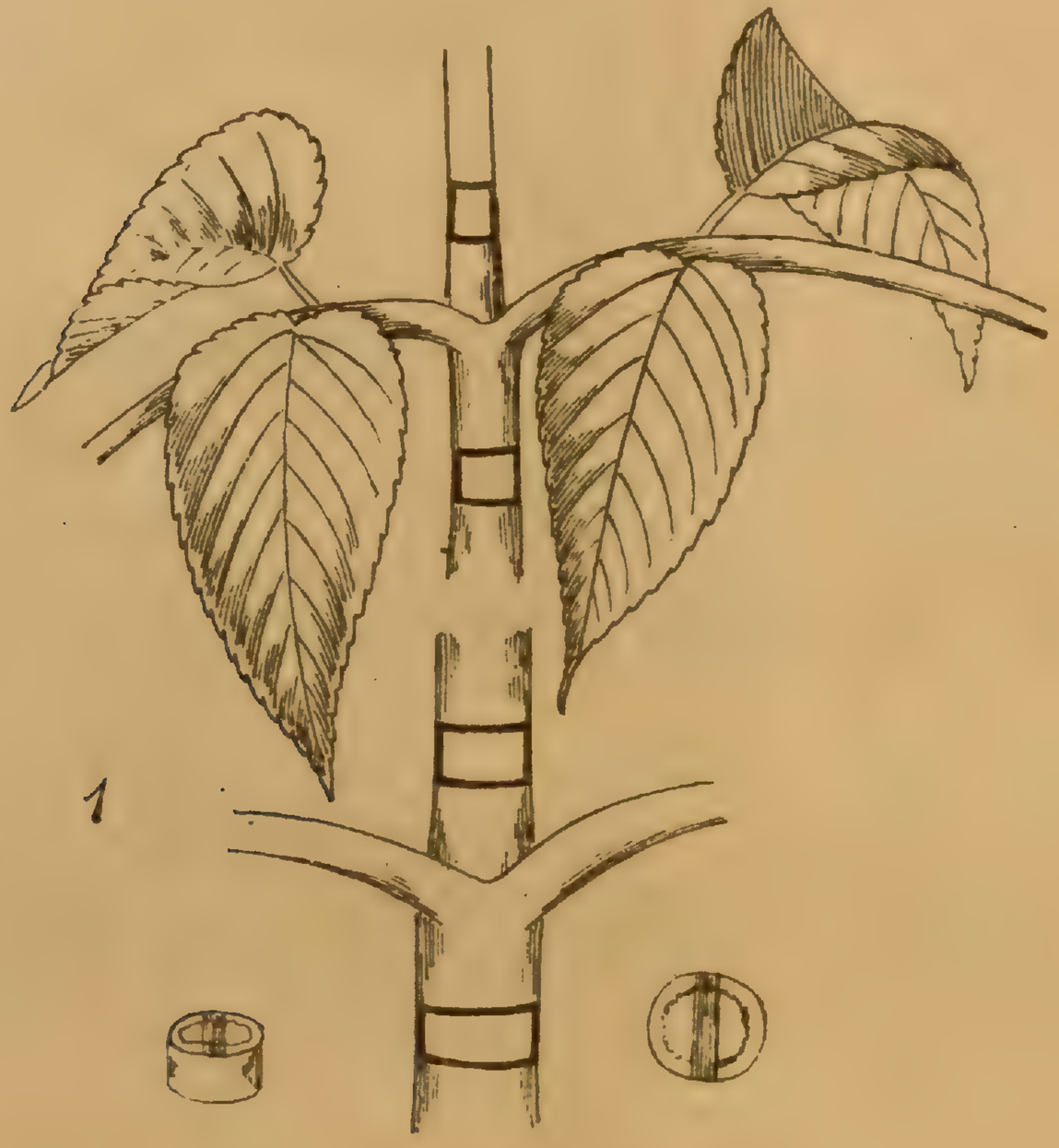


Fig. 1. Sprossausschnitt von Sambucus nigra.

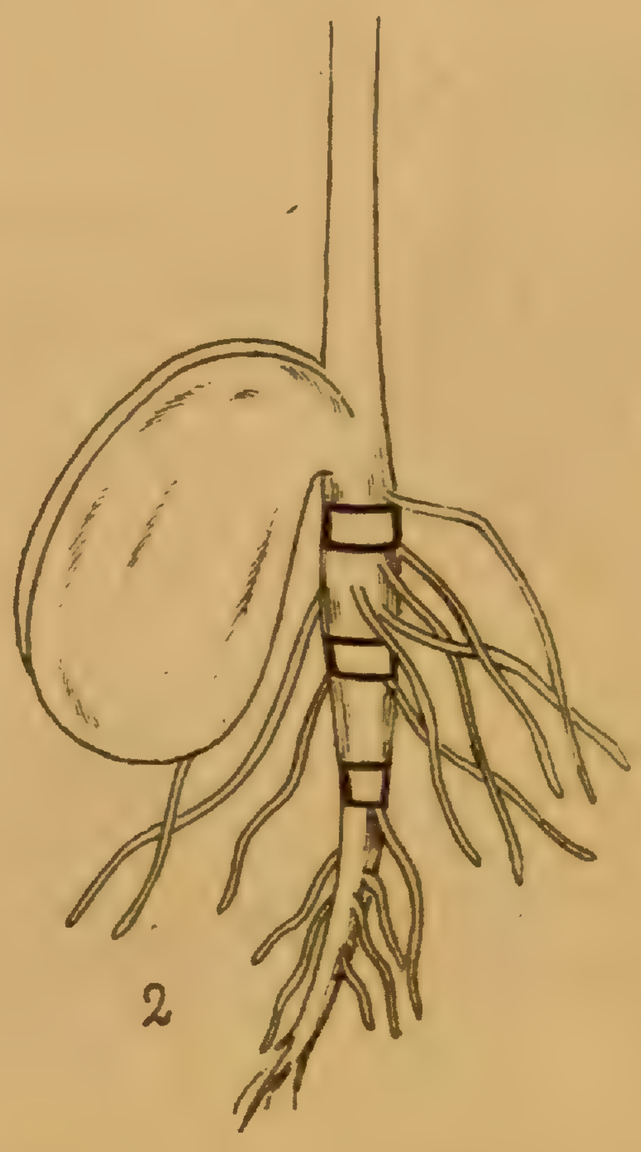
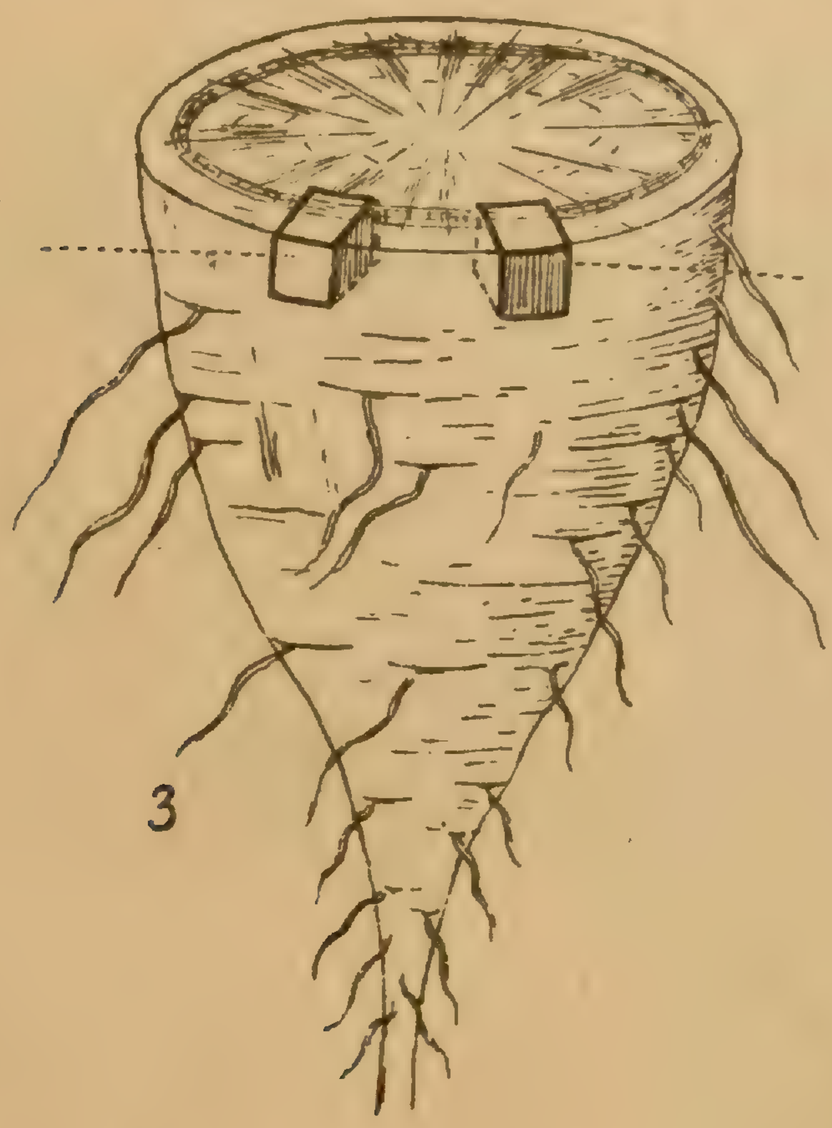


Fig. 2. Junge Pflanze von Phaseolus multiflorus.

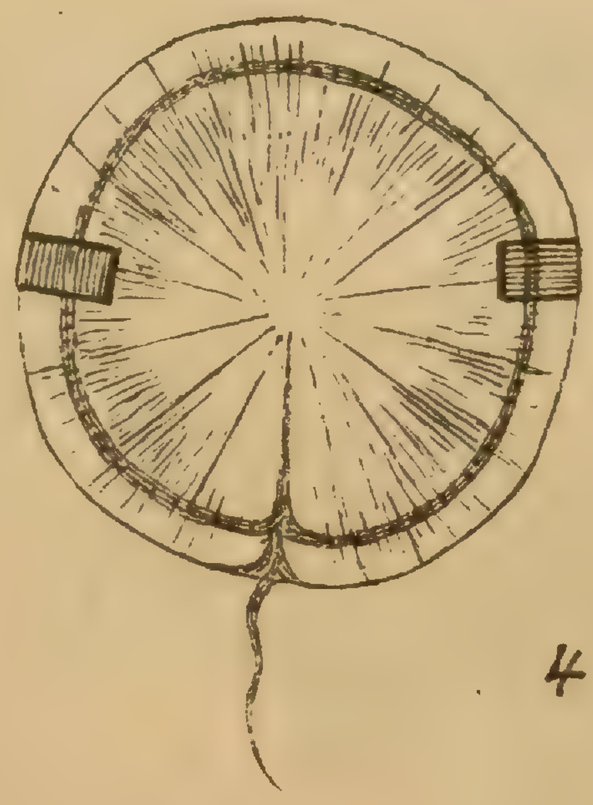
Bei Material von grossem Durchmesser jedoch mussten kleine Stücke ausgeschnitten werden, wie z.B. bei Raphanus (Fig. 3 und 4). Bei diesen war es für die Untersuchungen von Wichtigkeit, möglichst grosse, aber trotzdem nicht ausgewachsene Exemplare zu benützen.

Diese in JUELscher Flüssigkeit fixierten Stücke wurden nach bestimmter Zeit (48 Stunden) durch die verschiedenen Alkoholstufen bis Alkohol absolutus gebracht, sodann in Xylol und zuletzt in Paraffin vom Schmelzpunkt 50°.

Bei Stücken wie Fig. 1 a und 1 b kam für radiale Schnitte nur die schraffierte Zone inbetracht, da weiter nach aussen die Cambiumschicht bzw. -Zellen schräg und zuletzt tangential getroffen würden. Doch für tangentiale Schnitte, wie sie



3



4

Fig. 3. Raphanus sativus.
Unterer Teil der Würzel.

Fig. 4. Raphanus sativus.
Querschnittsbild der Wurzel.

zum Feststellen von radialen Längsteilungen nötig sind, eignete sich ein Material wie in Fig. 1 und 2 infolge des kleinen Umfanges und der damit verbundenen geringen Aussicht, mehrere Cambiumzellen zugleich tangential zu schneiden, nicht. Hierzu benützte ich Ausschnitte von *Raphanus*, wie sie Fig. 3 b und 4 b zeigen. Die Schnitte liegen bei 3 b in der Richtung bzw. parallel der schraffierten Fläche. Bei 4 b und auch bei 4 a und 1 a und b muss man es sich so vorstellen, als ob man von oben auf die Schnitte und in deren Richtung sehen würde, dass also hier die angegebenen Schraffierungslinien als obere Kanten der Schnitte zu denken sind. Zu horizontalen Querschnitten konnten Ausschnitte wie in Fig. 3 und 4 als auch Stücke wie Fig. 1 a und b benützt werden. Es muss jedoch dabei darauf geachtet werden, dass die Schnitte genau horizontal, also senkrecht zur Längsaxe der Sprosse bzw. Wurzeln angelegt wurden.

Je nach der Härte und Güte des Materials wurden die Schnitte verschieden dick angefertigt. Die vorkommenden Masse sind10μ, 12μ, 15μ und 20μ.

Diese auf dem beschriebenen Wege erhaltenen Schnitte wurden sodann auf Kerne und Membranen gefärbt, um diese deutlich hervortreten zu lassen. Als die hierzu beste Methode fand ich die Färbung der Kerne mit Hämatoxylin verbunden mit der Nachfärbung mit Eosin in Nelkenöl für die Membranen. Doch es liessen sich auch mit andern Färbungsmitteln gute Resultate erzielen, nämlich mit Safranin sowohl wie mit Gentianaviolet und auch Rutheniumrot. Letzteres färbt besonders die Membranen der Cambiumzellen gut. Aufbewahrt wurden die Schnitte in Canadabalsam.

FORM DER CAMBIUMZELLEN.

Den eigentlichen Untersuchungen vorausnehmen will ich eine kurze Beschreibung der Form der Cambiumzelle, wie sie sich uns auf den verschiedenen Schnitten zeigt. Im allgemeinen dürfte sie wohl hinreichend aus den Lehrbüchern bekannt sein. Im Typus ist sie bei allen Pflanzen gleich. Die Angaben FITTINGs (Lehrb. d. Bot. 15. Aufl. p. 226) stimmen mit meinen in Fig. 5 dargestellten Bildern im Typus überein.

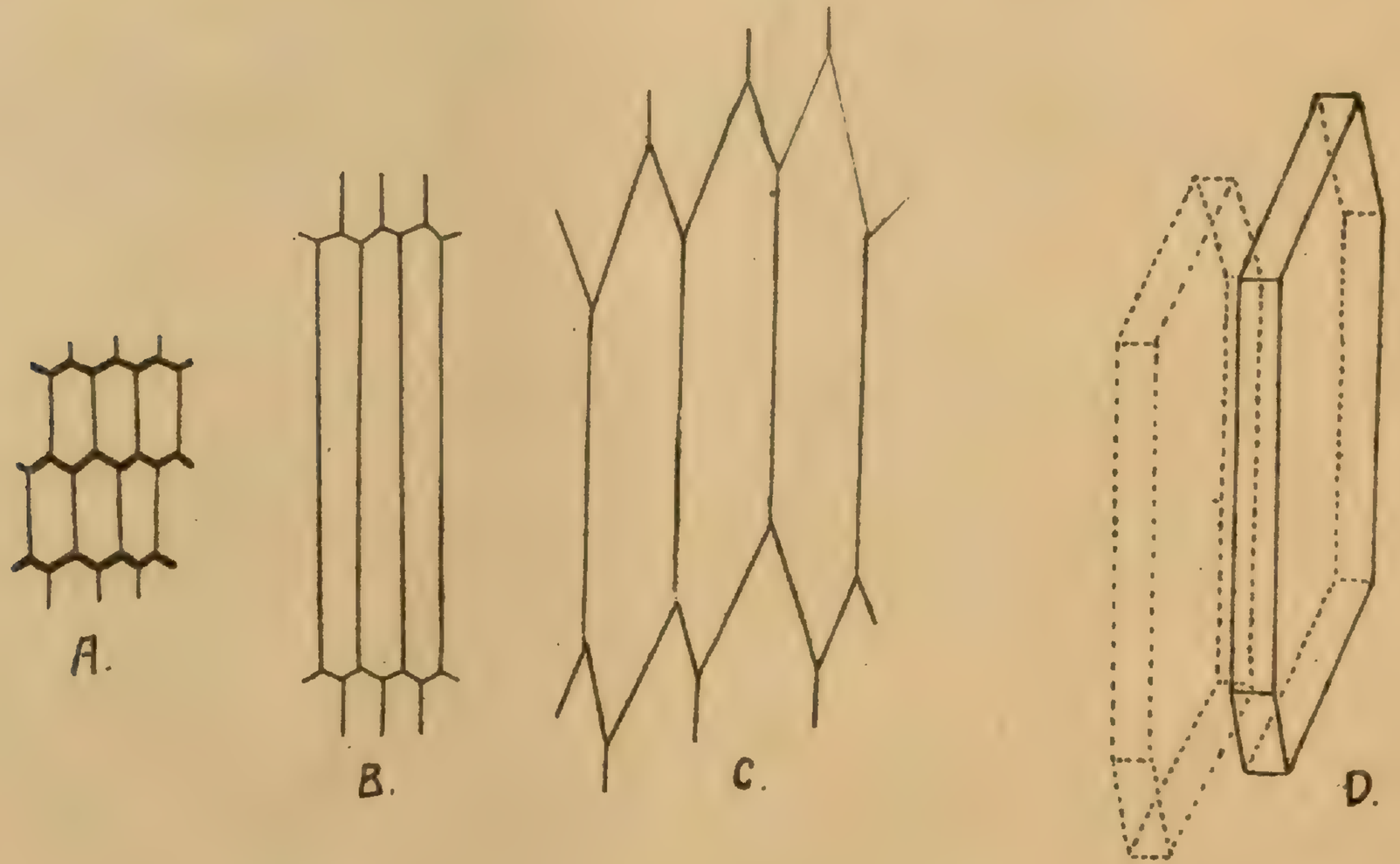


Fig. 5. Form der Cambiumzellen.

FITTING schreibt: "Die meristematischen Cambiumzellen des Verdickungsringes, die lückenlos verbunden sind und radiale Reihen bilden, pflegen die Gestalt langgestreckter, in tangentialer Richtung mehr oder weniger abgeplatteter Prismen zu haben mit beiderseits meiselförmig zugeschärften Enden, deren scharfe Kanten radial gestellt sind, so dass die Zellform auf Tangential-, Radial- und Querschnitten ganz verschieden erscheint. Die tangetialen Wände, die die polygonalen oder rhombischen Grundflächen der Prismen bilden, sind dünn, die radialen, die senkrecht auf den Grundflächen stehen, dagegen ziemlich dick und oft getüpfelt".

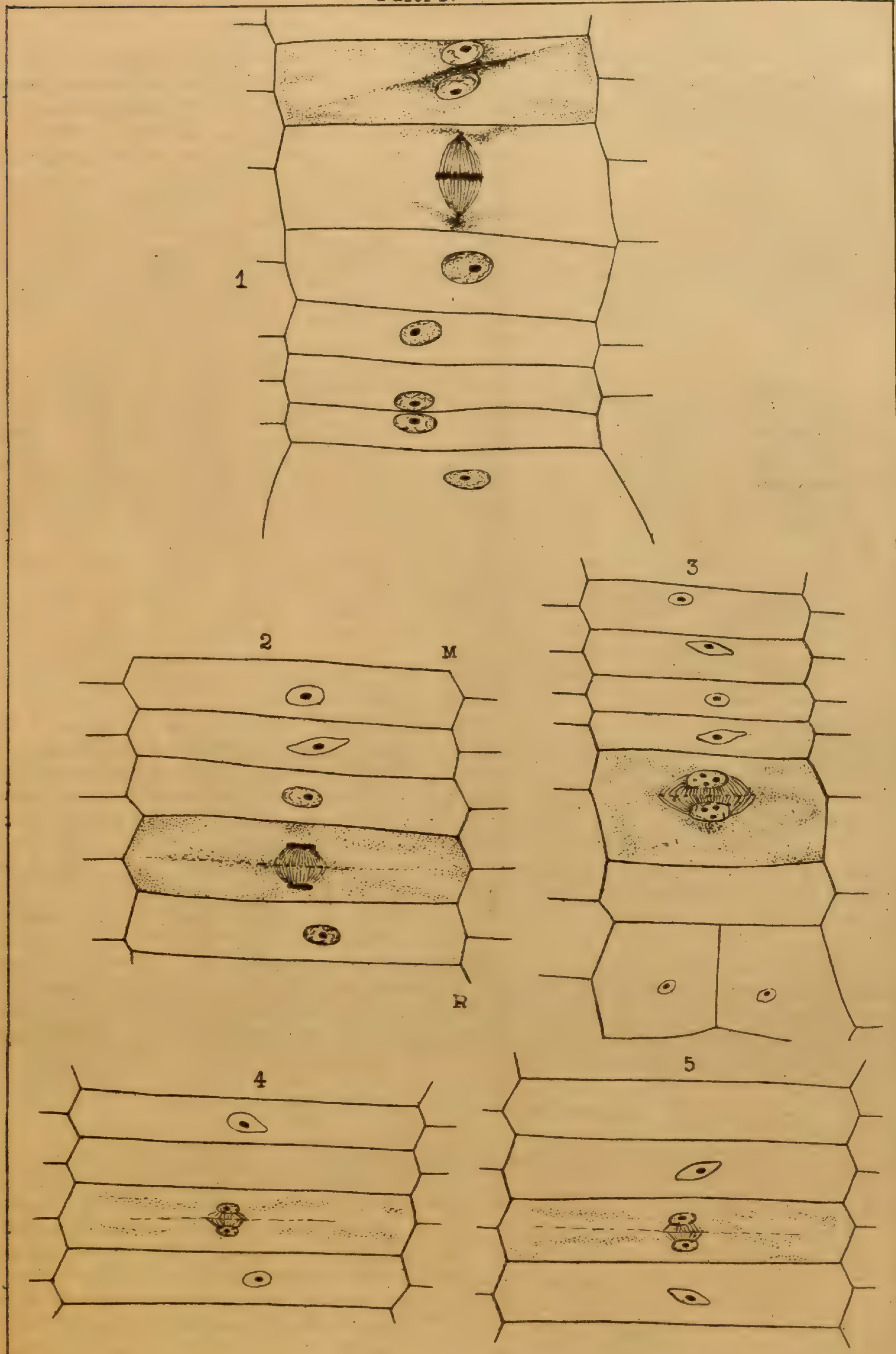
Fig. 6 d zeigt die Cambiumzelle in körperlicher Ansicht. Einen horizontalen Querschnitt gibt Fig. 5 a wieder, während 5 b einen radialen Längsschnitt und 5 c einen tangetialen Längsschnitt durch Cambiumzellen zeigt. Doch diesen Abbildungen ist hinzuzufügen, dass besonders 5 c und 5 d zur besseren Deutlichkeit etwas schematisiert sind. Im übrigen sind auf Tangentialschnitten, ausser dem eigentlichen Typus der Fig. 5 c alle möglichen Abweichungen zu finden, wie sie ein Blick auf die Tafel 6 zu erkennen gibt.

C. UNTERSUCHUNGEN UND ERGEBNISSE.

1. Tangentiale Längsteilung.

Der erste Fall der Untersuchungen betrifft, wie bereits festgesetzt, die tangentiale Längsteilung der Cambiumzellen, zu deren Auffindung radiale Längsschnitte gemacht wurden. Das Aufsuchen der Kern- bzw. Zellteilungen war eine ziemlich langwierige Arbeit, da im Verhältnis zur Gesamtzahl der Cambiumzellen die Zahl der in Teilung begriffenen oder zur Teilung sich anschickenden sehr gering war. So konnte ich z.B., wie schon anfangs berichtet, bei Rhizomen von *Asarum europaeum* überhaupt keine Teilungen finden, trotzdem ich ca. 20 Präparate mit je etwa 30 Schnitten

Tafel 1.



angefertigt hatte. Von *Phaseolus* hatte ich sogar ca. 80 Präpatare mit je etwa 20 Schnitten hergestellt, und auch dabei war die Anzahl der gefundenen Teilungen keine grosse. Diese grosse Menge der Schnitte von *Phaseolus* rührt zwar hauptsächlich daher, dass ich zur Untersuchung und Feststellung der Zeit, in der Kernteilungen stattfinden, binnen 24 Stunden alle 2 Stunden, also 12 mal, verschiedenes Material fixierte, das unter den gleichen Lebensbedingungen stand. Das Ergebnis dieser Untersuchungen war, wie ich an dieser Stelle bemerken will, nicht ganz so ausgefallen, wie ich hoffte. Die Schuld lag wohl zum Teil daran, dass *Phaseolus multiflorus* für diese Sache nicht voll geeignet war. Aber soviel hat sich doch gezeigt, dass ich Kernteilungen nur in der Zeit von 3^{30}– 7^{30} Vorm. fand. Es ist daraus zu schliessen, dass Kernteilungen hier hauptsächlich in den frühen Morgenstunden stattfinden, wie ja auch laut dem Urteil verschiedener Autoren in dieser Zeit das Hauptwachstum vor sich geht. Ich sagte "hauptsächlich", weil ich auch mitunter zu andern Tageszeiten vereinzelt Kernteilungen gefunden habe. Die meisten waren aber auch bei den andern untersuchten Pflanzen aus der Fixierungszeit von 5 - 7 Uhr Vormittags zu finden. Auch bei dem besten Material, *Aesculus, Sambucus, Phytolacca* und *Raphanus* war das Verhältnis der nachgewiesenen Zahl der Teilungen zur Grösse des Wachstums ein ungleiches. Über die Ursachen dieser Eigenart bin ich mir nicht klar. Ob die Fixierungsflüssigkeit schuld ist, weil sie vielleicht nicht schnell genug durchdringt, oder ob sonst ein Mangel irgendwo vorhanden ist, konnte ich nicht erkennen. Doch mag dem sein wie es wolle, die Hauptsache ist wohl die, dass es gelungen ist, Kernteilungen zu finden. Und gerade d. zuerst zu behandelnden tangentialen Längsteilungen traten am häufigsten gegenüber den andern Teilungen auf. Es liegt ja auch in der Natur der Sache, dass diese Teilungen für das Dickenwachstum am notwendigsten sind.

Wie nun ein Blick auf Tafel I (Seite 120) zeigt, handelt es sich bei diesen Teilungen um die gewöhnliche indirekte Kernteilung, die typische Karyokinese. Von dieser sind alle besonderen Stadien gefunden worden, sodass es mir möglich war, ein Gesamtbild des Verlaufs der tangentialen Längsteilung zu geben, wie es auf Tafel I Abb. 1 - 5 zu sehen ist. Figur 1 zeigt im Kern der zweiten Zelle von oben die Bildung der Kern- oder Äquatorialplatte mit den Chromosomen und den Stütz- und Spindelfasern. Über die Anzahl der Chromosomen bei den verschiedenen von mir untersuchten Pflanzen werde ich am Schluss einige Angaben machen. Bei Fig. 2 haben sich die Chromosomen bereits getrennt und sind nach den Polen gewandert. In Fig. 3 sehen wir, wie die Tochterkerne in Bildung begriffen sind. Das wichtigste von Fig. 2 aber ist das Auftreten der Teilungswand, deren volles Zustandekommen die folgenden Figuren zeigen. Denn wenn auch die Teilung theoretisch schon bekannt war, durch die Annahme, zu der man durch die Überlegung kam, dass zur Vergrösserung des Cambiums unbedingt eine Vermehrung der Zellen durch Teilung stattfinden muss, so war es stets noch eine offene Frage, wie die Teilung vor sich geht, besonders wie und wo die neue Zellwand bei der Längsteilung entsteht. Ob von der Mitte, also vom Kern aus, oder von dem Kern sowohl wie von den Wänden aus, oder ob sie stückweise vom Plasma gebildet wird. Bekanntlich geht bei den Zellen, wo der Kern fast die ganze Zelle ausfüllt, d.h. der Mehrzahl der embryonalen Zellen, die Bildung der Wand vom Kern aus. Fig. 2 und die folgenden Figuren zeigen nun, dass die neue Zellwand auch hier zuerst zwischen den neuen Kernen gebildet wird und von da aus die Zelle der Länge nach durchwächst bis zum Zusammentreffen der oberen bzw. der unteren Querwand. Figur 2 zeigt auch, wie sich das Plasma vom Kerne aus nach beiden Seiten abnehmend verdichtet, scheinbar als Vorbereitung für die wachsende Wand. In Fig. 4 hat die Teilungswand bereits die Hälfte der Zelle nach beiden Seiten durchwachsen, und in Fig. 5 ist sie nahe daran, mit den Querwänden der Mutterzelle zu verwachsen. Als Endstadium kämen die beiden in Fig. 1 am Rande des Cambiums rindenwärts (R) gelegenen Cambiumzellen inbetracht, wo die Wand und die Kerne fertig sind; nur die beiden Kerne liegen noch, die Teilungswand bzw. die neue Wand berührend, einander gegenüber. Bei fast allen diesen Figuren ist noch zu beobachten, dass die Zelle, die sich zur Teilung anschickt, sich zuvor in die Breite ausgedehnt hat. Auf diese Erscheinung näher einzugehen halte ich für unnötig, da ihr Zweck und ihr Grund zu offensichtlich ist.

Figur 1, 4 und 5 sind Schnitten von *Phaseolus multiflorus* und Fig. 2 und 3 von *Aesculus Hippocastanum* entnommen.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich zur Gegenüberstellung an die Teilungsvorgänge erinnern, wie sie uns STRASBURGER von *Epipactis palustris* einerseits und von *Spirogyra* andererseits beschreibt.

2. *Initialentheorie.*

Wenn auch die Frage nach den Initialen im Cambium nicht zu dem eigentlichen Thema meiner Arbeit gehört, möchte ich doch, im Anschluss an die tangentialen Längsteilungen und an Hand des verarbeiteten Materials nachzuweisen versuchen,ob und inwieweit die verschiedenen Initialentheorien, wie wir sie besonders von SANIO, (1), SCHOUTE (6) und RAATZ (4) kennen, hier anwendbar sind oder nicht.

Dabei stehen sich vor allem folgende theoretische Fragen gegenüber: Gibt es nur eine Initiale oder gibt es mehrere Initialen, oder gibt es überhaupt keine Initialen im engeren Sinne? Wie steht es mit dem Vorhandensein von Tochterinitialen und deren Teilungsfähigkeit?

Ich habe bereits in der Einleitung diese Frage kurz gestreift, als von der Frage der Zellteilungen und ihrer Behandlung in der Literatur die Rede war. Hier nun handelt es sich speziell um die Initialentheorien. Dabei war wiederum SANIO der erste, der sich mit dieser Frage beschäftigte. Seine Theorie geht dahin, dass es im Cambium nur e i n e Initiale gibt, d.h. dass Holz und Bast aus derselben Zelle stammen, die nach beiden Seiten abwechselnd Tochterzellen abgibt, die sich in der Regel einmal, in seltenen Fällen zweimal teilen, worauf sie zum Bst bzw. Holz übertreten. Als positiven Beweis dafür führt er die Radialreihen an. Er sagt (p. 58): "Dafür, dass jede Bast- und Holzzellenreihe nur eine Mutterzelle im Cambium hat, durch deren Teilungen nach aussen Bast-, nach innen Holzelemente gebildet werden, spricht:

1. Dass die radialen Reihen des Holzes sich durch das Cambium in den Bast fortsetzen;

2. Wenn durch radiale Teilung der Cambiumzellen die Holzreihen verdoppelt werden, so verdoppeln sich auch die Bastreihen, sodass also die beiden Tochter-Holzreihen sich durch das Cambium in zwei Tochter-Bastreihen fortsetzen. Bei der Annahme e i n e r Mutterzelle ist dies selbstverständlich, bei der Annahme von 2 oder mehr Mutterzellen tritt schon die besondere, also gezwungene Erklärung hinzu, dass sich in diesem Falle die beiden Mutterzellen einander entsprechen und sich gleichzeitig radial teilen."

Als dritten Beweis führt SANIO stäbchenförmige Körper an, die nach Art von Leitersprossen von einer Wandung zur anderen durch das Lumen ausgespannt sind. Daraus, dass diese stäbchenförmigen Körper im Cambium entstehen und eine Reihe durch das Holz einerseits, durch die Bastzellen derselben Höhe andererseits bilden, schliesst er auf e i n e Mutterzelle. Bemerkenswert sind zu diesem Punkt die auf Seite 18 behandelten Ansichten von RAATZ über die Stabbildungen.

Auf negativem Wege tritt SANIO für seine Stabtheorie der e i n e n Mutterinitiale ein, indem er entgegen der HARTIGschen Annahme beweist, dass zwei Mutterzellen nicht möglich sind; während HARTIG nämlich angenommen hatte, dass das Holz von einer Initiale ausgeht und der Bast von einer anderen, und dass die beiden Initialen sich in einer tangentialen Ebene berühren, leugnet SANIO die Doppelinitiale und sagt (p. 57): "Wenn die beiden angeblichen Mutterzellen des Holz- und Bastradius mit dem Rücken unveränderlich miteinander verwachsen wären,und nach vorn und hinten Bast- und Holzzellen abschnürten, so müsste, da durch jede neue Teilung nicht allein eine Scheidewand, sondern eine ganze den Zellinhalt der Tochterzelle umgebende Zellmembran entsteht, die Scheidewand zwischen den beiden unveränderlichen Mutterzellen, weil sie mit jeder neuen Teilung durch ein Wandstück der Tochterzellen verdickt wird, bei den so zahlreichen Teilungen, die diese Mutterzellen bei starken Stämmen erfahren haben,müssten, sicher mehrere mm dick geworden sein. Statt dessen sind die tangentialen Scheidewände im Cambium entweder sehr zart oder hier und da nicht dicker, als wie sie nach 2 bis 3 maliger Tei-

lung derselben Mutterzelle geworden sein können.

Über das Vorkommen von 3 oder mehr Initialen sagt SANIO an einer Stelle, dass er bei *Pinus silvestris* drei eben tangential geteilte Cambiumzellen gefunden habe, wonach also die Bildungsschicht aus mehr als zwei Zellen zu bestehen scheine. Er geht aber auf diesen Fall nicht weiter ein, da er ein Vorkommen von 3 und mehr Initialen als "überflüssig" und "unwahrscheinlich" nicht glaubt. SCHOUTE führt eine solche Möglichkeit ad absurdum mit den Worten: (6, p. 5) "Drei oder mehr Initialen in einer Reihe kann es nicht geben. Wäre dies nämlich der Fall, so würden entweder durch die Zellteilungen in der mittleren oder den mittleren derselben die eine oder beide äussere Initialen zur Seite gedrängt werden und ihre Tätigkeit müsste erlöschen, sie würden also keine Initialen bleiben, oder die mittleren würden sich garnicht teilen, sodass wir nach einiger Zeit inmitten des Cambiums Dauerzellen finden müssten, was tatsächlich nie der Fall ist".

Auf diese Weise ergänzt SCHOUTE die Beweisreihe der SANIOschen Theorie über das Vorkommen von nur einer Mutterzelle. Indes der Ansicht SANIOs über die Teilungsfähigkeit der Tochterzellen pflichtet er nicht bei. In diesem Punkte scheint ihm von Bedeutung zu sein, was RAATZ aufgrund seiner Untersuchungen über die Stabbildungen in seiner Arbeit: "Die Stabbildungen im sekundären Holzkörper der Bäume u. die Initialentheorie" aufgestellt hat. Diese Stäbe sind balkenförmige Körper mit rundem, elliptischem oder länglichem Querschnitt. Man unterscheidet Lang- und Kurzstäbe. Die Langstäbe durchsetzen innradialer Richtung das Cambium und eine Strecke der sekundären Rinde und des sekundären Holzes. Die Kurzstäbe gehen nur durch Holzzellen (ob auch Bastzellen scheint noch nicht festzustehen) und durchsetzen das Cambium nicht. Sie können also nie in Initialen gefunden werden, sondern nur in den Teilungsprodukten der Tochterzellen. Aufgrund des Satzes, dass "die Stabbildungen sich auf alle Tochterzellen derjenigen Mutterzelle vererben, welche sie zuerst enthielt, niemals in zwei aufeinander folgenden Cambiumzellen derselben Radialreihe unabhängig voneinander an derselben Stelle gebildet wurden" konnte RAATZ die Teilungsfähigkeit der Tochterzellen beweisen. Denn alle die Zellen, die von einem Stabe durchsetzt waren, mussten von der nämlichen Mutterzelle abstammen. Diese Ansicht vertrat ja auch SANIO und führte daraus den einen Punkt seines Beweises über die Initialen. Aber wie RAATZ zeigt, stützte er sich auf eine falsche Beobachtung in Bezug auf die Kurzstäbe. Denn während nach ihm die Kurzstäbe nur 1 - 4 Holzzellen durchsetzen, die Teilungsfähigkeit der Tochterzellen also eine geringe ist, fand RAATZ die Kurzstäbe oft in 5, 6, 9 oder noch mehreren Zellen. In einem Präparat fand er sogar einen unzweideutigen Kurzstab, der 47 Zellen durchsetzte, 2 ganze Jahresringe und 2 andere teilweise. Hier war also eine Tochterzelle, die für mehr als 2 volle Jahre vermöge ihrer grossen Teilungsfähigkeit die Initiale an ihrer Tätigkeit hinderte. Denn erst nach dieser Frist gab die Initiale wieder eine Tochterzelle nach dem Holze ab. Eine Tochterzelle von solcher Teilungsfähigkeit muss selbst wieder eine Initiale sein.

Zum weiteren Beweis seiner Theorie führt RAATZ den Begriff des Wendekreises ein, den SCHOUTE folgendermassen definiert: "Der Wendekreis ist der Kreis von Punkten, welche immer im Cambium verharren. Er ist eine Linie, welche über alle Initialen verläuft. Die Teilungsfähigkeit einer Zelle nimmt mit zunehmender Entfernung vom Wendekreis ab".

Aus diesen Untersuchungen von RAATZ über die Teilungsfähigkeit der Tochterzellen und ihren Ergebnissen zieht SCHOUTE den Schluss (6, p. 15): Unsere zweite Frage, die nach der Teilungsfähigkeit der Tochterzellen, können wir somit durch diese schönen Untersuchungen für völlig gelöst halten; es ist also erwiesen, dass die Tochterzellen in einer mittleren Zone sich sehr lebhaft teilen, nach Holz und Bast zu wird die Schnelligkeit eine viel geringere".

Es bestehen aber auch zwischen SANIO und RAATZ bedeutende Unterschiede in der Auffassung des inneren Charakters der Initialen gegenüber den andern Cambiumzellen. Nach SANIO - und dies ist die herrschende Ansicht - ist die Initiale nicht nur durch ihre Lage vor den andern Cambiumzellen ausgezeichnet, sondern auch durch innere individuelle Eigenschaften, durch die schon genannte ungleich grössere Teilungsfähigkeit und ihren nicht differenzierten Charakter. Sie allein nur ist neu-

tral, während ihre Tochterzellen schon Bastzellen oder Holzzellen sind, wenn auch ihre Eigenschaften als solche noch nicht sichtbar ausgeprägt sind.

RAATZ hingegen betrachtet das Cambium "lediglich als eine Schicht gleichwertiger Zellen, "unter denen in jeder Radialreihe zwar nur eine Zelle die "dauernd teilungsfähige Cambiummutterzelle" sein kann, was aber nur beruht auf ihrer lokal bevorzugten Stellung unter den übrigen gleichgearteten Zellen, nicht aber einer individuellen Eigentümlichkeit, etwa einer ungleich schnelleren Teilungsfähigkeit oder dergleichen".

Mit dieser Theorie von RAATZ glaubt SCHOUTE nicht einig sein zu können, sondern fügt den Satz hinzu: "Dass die Tochterzellen äusserlich und in ihrer Teilungsfähigkeit sich nicht von den Initialen unterscheiden, ist doch noch kein Beweis für ihre Gleichwertigkeit in ihren innern Eigenschaften". Er schliesst die Behandlung dieser Frage mit den Worten: "Wir können also nur bemerken, dass über dieses sehr wichtige Problem zur Zeit nichts näheres bekannt ist".

Eigentlich Neues in der Initialenfrage bringt auch die Definition FITTINGS in der 15. Auflage des Bonner Lehrbuchs, p. 126, nicht, wo es heisst: "In dem mehrschichtigen Cambiummantel ist eine mitteler Zellschicht, die Initialschicht. Ihre Zellelemente, die in radialer Richtung wachsen, bleiben dauernd meristematisch und geben durch fortgesetzte Teilungen mittels tangentialer Scheidewände Tochterzellen (Gewebemutterzellen) in radialer Richtung nach aussen, in viel grösserer Zahl aber nach innen ab. Diese Tochterzellen werden ihrerseits, meist nach weiteren tangentialen Teilungen und nach oft starkem Längen- und Dickenwachstum, allmählig zu sekundären Dauerzellen, deren Formen vielfach garnicht mehr den embryonalen Cambiumzellen ähnlich sind".

Aufgrund meiner Untersuchungen und ihrer Ergebnisse neige ich eher der Ansicht von RAATZ über das Cambium als einer "Schicht gleichwertiger Zellen" zu, wenn ich auch nicht in allem seinen Ausführungen beipflichten kann.

Wenn aber die Cambiummutterzelle laut SANIO in der Mitte der Cambiumzone liegen soll, so muss abwechselnd die eine der beiden Tochterzellen Mutterzelle werden, d.h. einmal die äussere, einmal die innere, während die andere sich differenziert und zwar im ersten Falle zu Holz, im zweiten Falle zu Bast.

In diesem Sinne fasst SANIO die Zellbildung auf, denn er schreibt (1, p. 60): "Das Hauptgesetz im Cambium ist also folgendes: Von den beiden durch tangentiale Teilung der Cambiummutterzelle entstandenen Tochterzellen verbleibt entweder die obere (äussere) als Cambiummutterzelle, während die untere (innere), sich noch einmal tangential teilend, als Zwilling zum Holz übertritt, oder es verbleibt von den beiden durch Teilung der Cambiummutterzelle entstandenen Tochterzellen nur die untere als Cambiummutterzelle, während sich die obere noch einmal teilt und als Zwilling zum Bast übertritt. Indem beide Fälle miteinander abwechseln, entstehen nach aussen Zellzwillinge für den Bast, nach innen für das Holz". Nun kommt es aber doch vor, dass entweder das Holz oder der Bast - in der Regel das Holz - schneller wächst, also entweder nach der Holz- oder Bastseite mehr Tochterzellen gebildet werden müssen. Dann muss notwenigerweise die Mutterzelle ausserhalb der Mitte der Cambiumschicht zu liegen kommen. In diesem Falle müsste diejenige Tochterzelle zur Cambiummutterzelle werden, die nach der langsamer wachsenden Seite liegt, also in der Regel die äussere der beiden jeweiligen Tochterzellen. Da aber doch auch nach dieser Richtung von Zeit zu Zeit Teilungen stattfinden müssten, sofern kein Wachstumsstillstand nach der einen Seite eintreten soll, was wohl kaum jemals der Fall ist, so müsste auch zuweilen die andere Tochterzelle, also die innere, zur Mutterinitiale werden. Zwei Beispiele mögen diese Vorgänge veranschaulichen.

In Fig. 6, Seite 125, haben wir bei a die Initiale vor der Teilung. In b hat sich diese tangential längs geteilt. Nehmen wir nun an, dass die schraffierte, also die linke der beiden Tochterzellen zur Mutterzelle wird, bzw. als solche verbleibt, so muss die punktierte, also die rechte, zur Holzzelle werden. Ist rechts die Holzseite und links die Bastseite (für alle Abbildungen bei Fig. 6 und 7), so wäre also in 6 b eine neue Holzzelle gebildet worden. In c wechselt der Vorgang und es wird eine Zelle nach der Bastseite abgegeben. Durch diesen

Wechselvorgang, wie er aus den folgenden Bildern d, e, f und g zu ersehen ist, entsteht ein symmetrisches Cambium, da die Mutterzelle stets die Mitte innehält. Bast und Holz vermehrt sich auf diese Weise gleichmässig.

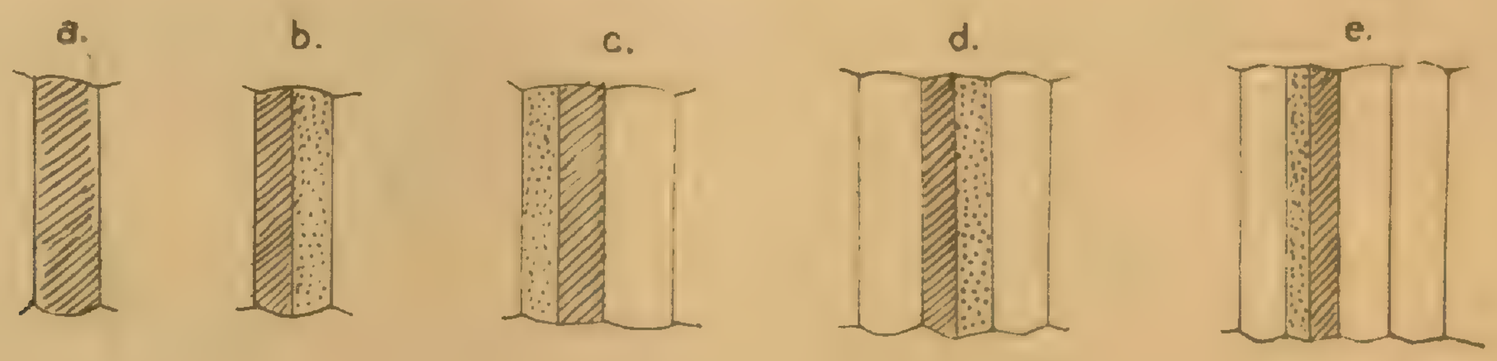


Fig. 6. Schema zur Initialenfrage. s. Text.

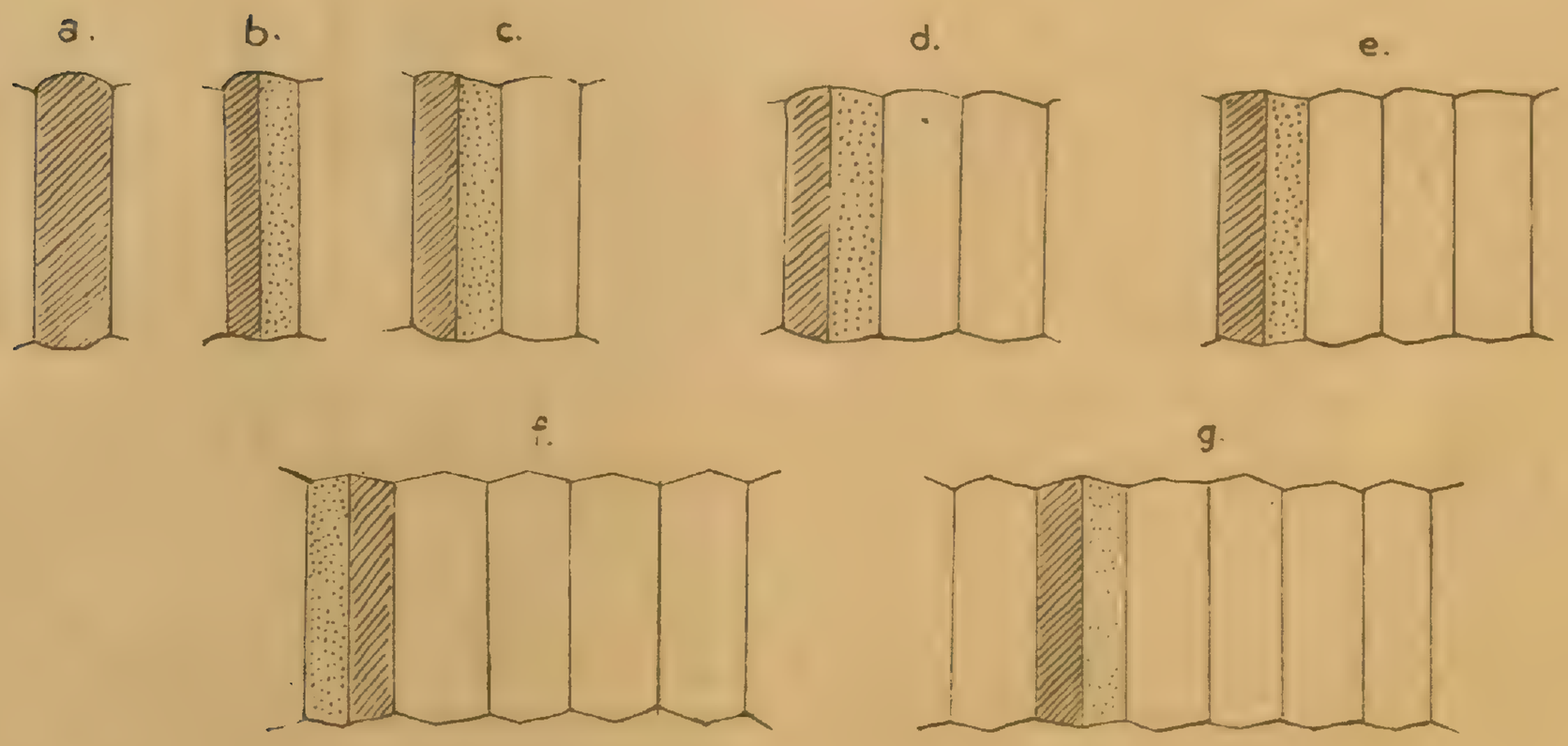
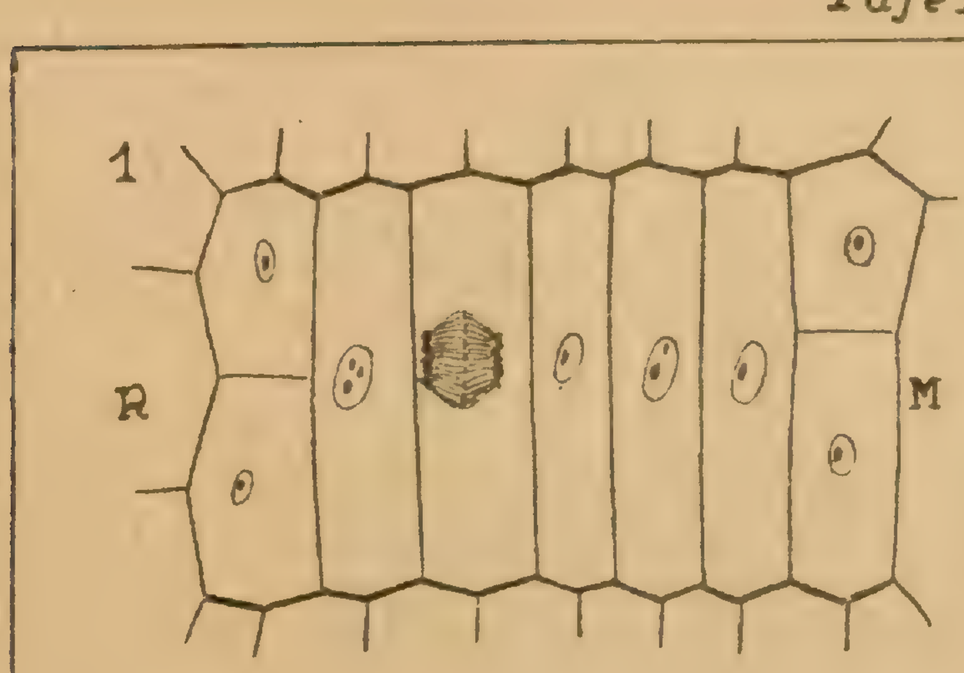
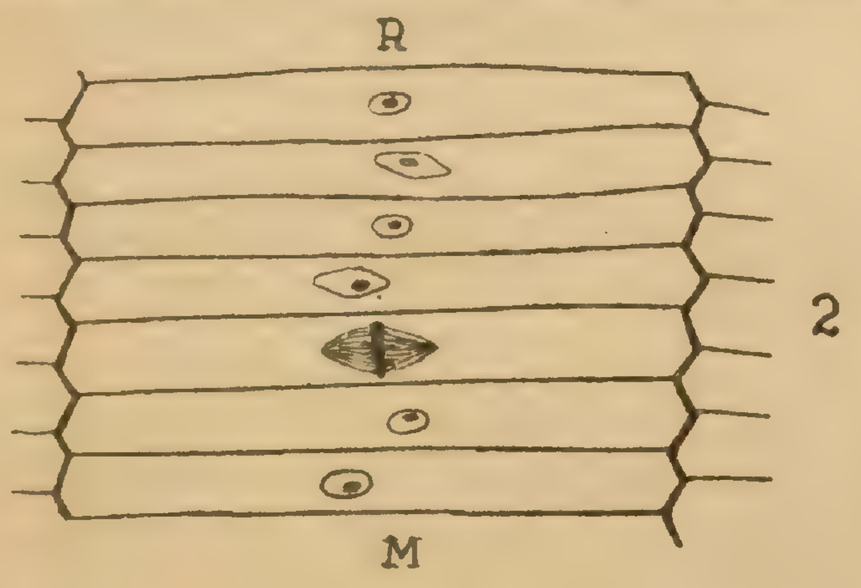


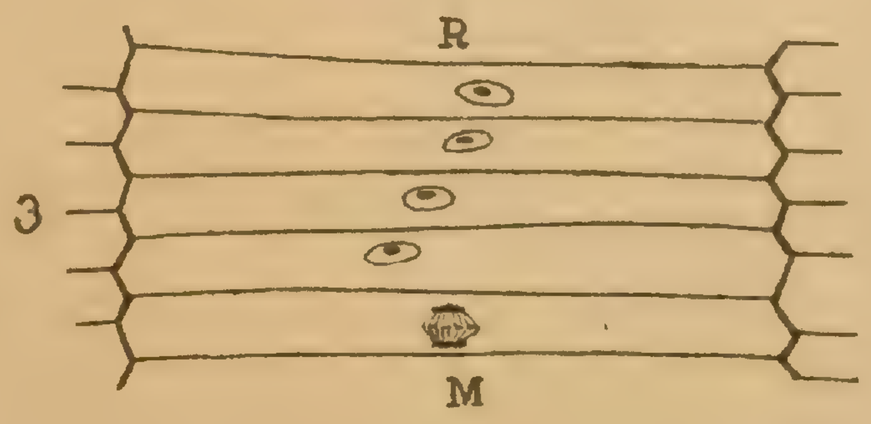
Fig. 7. Schema zur Initialenfrage. s. Text.
Zeichenerklärung: schraffiert = Mutterzelle; punktiert = zum Holz bzw. zum Bast übertretende Tochterzelle.

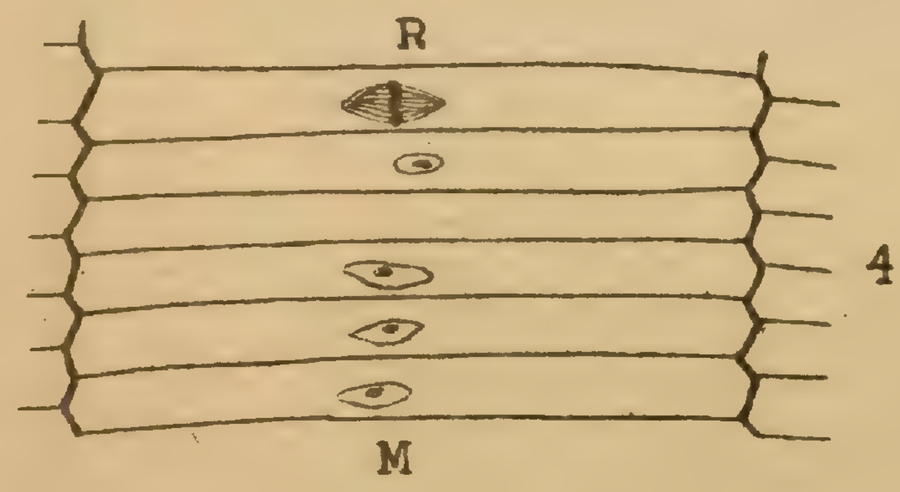
Ein anderes Bild zeigt Fig. 7. Zwar stimmt a und b mit Fig. 6 überein, da auch hier die linke Tochterzelle den Mutterzellcharakter beibehält und die rechte zur Holzzelle wird. Dieser Vorgang wechselt nun aber nicht wie in 6, sondern er wiederholt sich in 7 c, d, e. Es findet hier also eine einseitige Vermehrung nach dem Holz hin statt, wie es ja auch in Anbetracht des stärkeren Wachstums des Holzes gegenüber dem Bast in Wirklichkeit geschehen muss. Die Mutterzelle würde jetzt nicht mehr in der Mitte liegen, sondern am Rande des Cambiums nach der Bastseite. Der bereits angedeuteten Überlegung, dass selbstverständlich auch Tochterzellen von Zeit zu Zeit nach dem Bast produziert und abgegeben werden müssen, würde Fig. f gerecht werden. Es ständen jetzt 4 Holzzellen, d.h. für das Holz bestimmte Cambiumzellen einer Bastzelle (Bastcambiumzelle) gegenüber. Die Initiale ist wieder etwas nach der Mitte gerückt. Fig. g stellt wieder den Vorgang von b, c, d und e dar. Genau so gut könnte man auch annehmen, dass sich nochmals eine Cambiumzelle für den

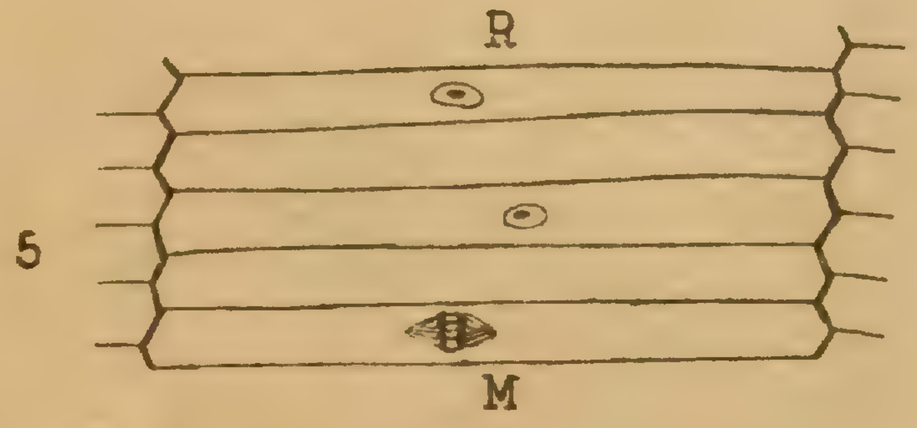
Tafel 2.

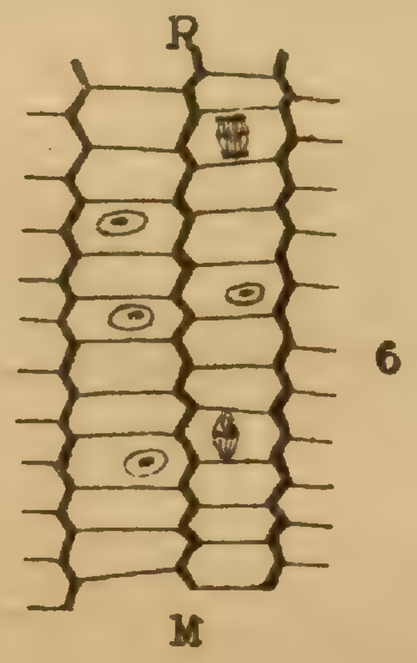


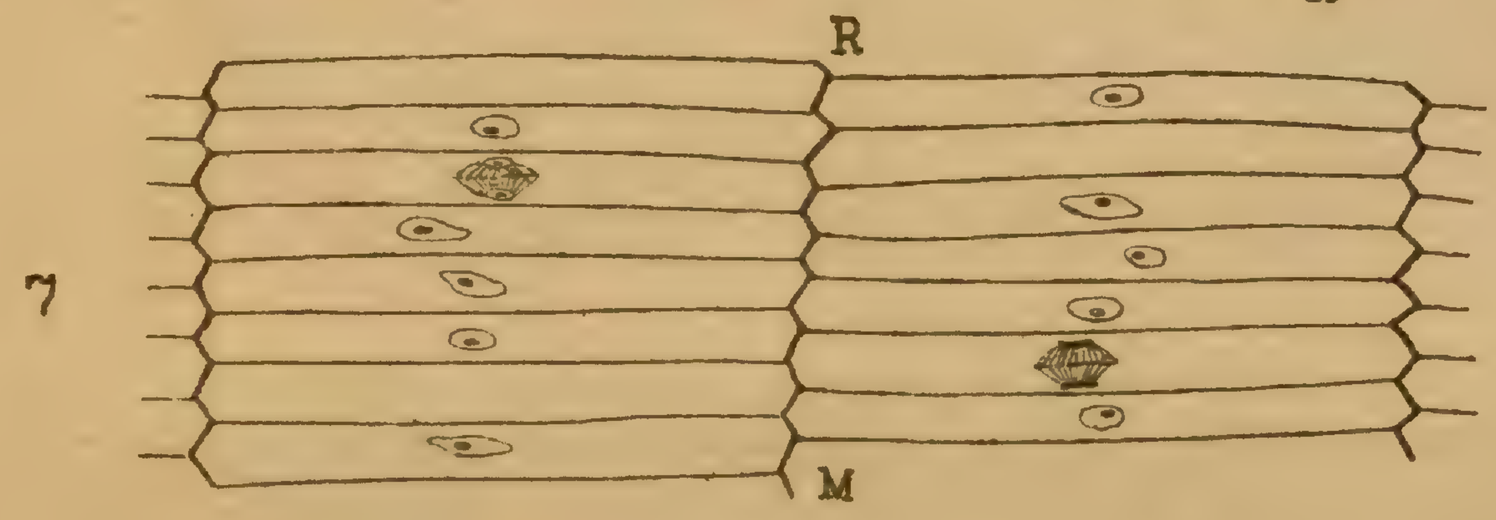


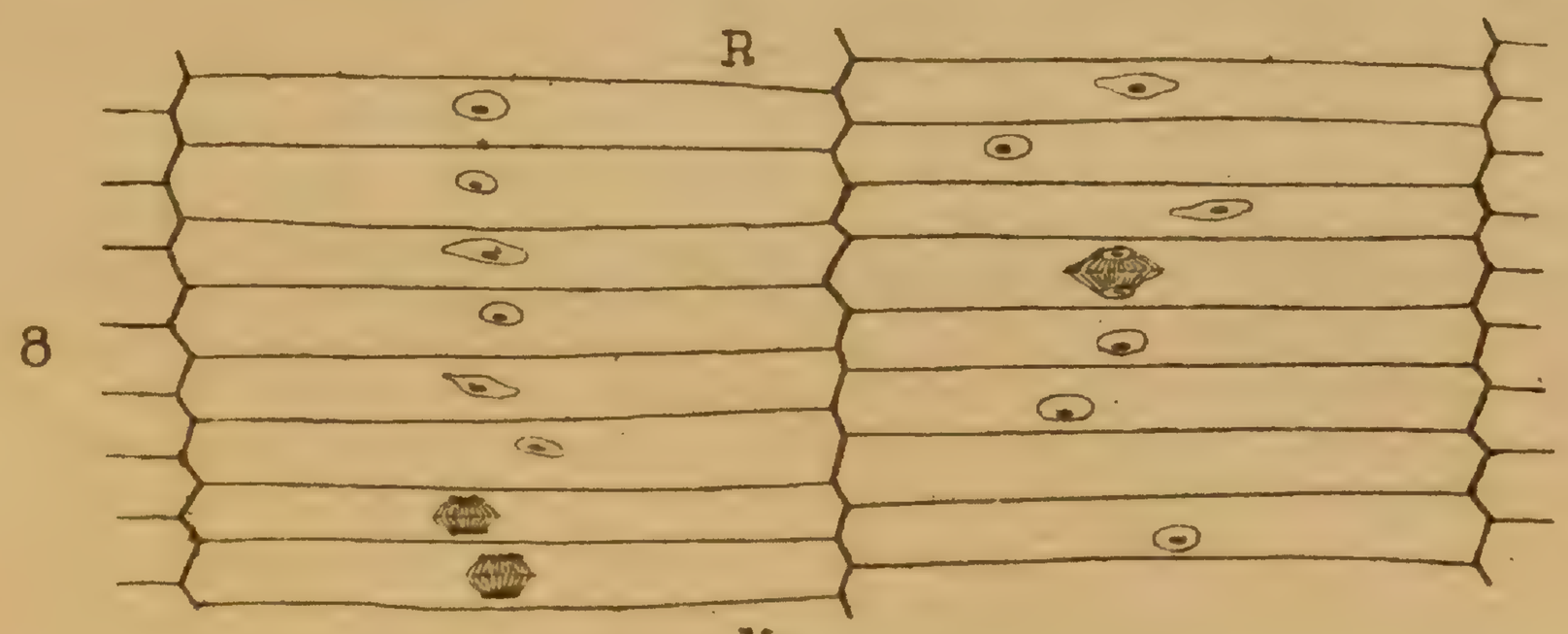












Bast gebildet hätte. Das Verhältnis wäre dann immer noch wie 2 : 4.

Die Gegensätzlichkeit dieser beiden Schemata tritt ohne weiteres klar hervor. Denn während das eine eine deutliche Regelmässigkeit der Zellbildung nach der Holz- und Bastseite zu erkennen gibt, wie sie SANIO als "Hauptgesetz der Zellbildung" aufstellt, zeigt das andere eine mehr oder weniger grosse Regellosigkeit.

Zwei Fragen schliessen sich an diese Beobachtungen an:

1. Welches der beiden Schemata ist das wahrscheinlichere?

2. Wie erklären wir uns die Fähigkeit der Mutterzelle, sich so zu teilen, dass einmal eine Tochterzelle nach dem Holz, einmal nach dem Bast gebildet wird?

In Anbetracht des Umstandes, dass zum Holz mehr Zellen übertreten als zum Bast, die Mutterzelle also nach dem Holz mehr Zellen bilden muss, ist ein Teilungsvorgang, wie ihn Schema I. darstellt, als ausgeschlossen zu betrachten, es sei denn in Fällen, bei denen Holz und Bast gleichmässig ausgebidet sind. Ob es jedoch solche Fälle gibt, ist mir nicht bekannt. Wenn man andererseits in Tafel 2 die einzelnen Abbildungen beobachtet und sieht, wie unregelmässig die Kernteilungen in den Cambiumschichten verteilt sind, und dazu noch in Betracht zieht, dass in Abbildung 8 zwei Zellen, die nebeneinander liegen, zu gleicher Zeit sich in tangentialer Teilung befinden, so ist wohl ohne weiteres klar, dass hier die SANIOsche Theorie nicht anzuwenden ist.

Zu den Abbildungen der Tafel 2 würde eher das 2. Schema passen. Denn hier wird der Initiale Gelegenheit gegeben, je nach Bedarf mehr nach der einen oder der anderen Seite neue Zellen auszubilden. Dies entspricht, wie wir gesehen haben, eher der Wirklichkeit.

In allen diesen Fällen gehen wir von der Annahme aus, dass nur eine Zelle mit grosser Teilungsfähigkeit vorhanden ist, die als die Initiale bezeichnet wird. Dem entsprechend müsste man annehmen, dass eine Cambiumzelle, die man auf Schnitten in Teilung antrifft, eine Initiale ist. Nun vergleiche man damit die Abbildungen auf Tafel 2, die mit Ausnahme von Fig. 6 radialen Längsschnitten entnommen sind, und zwar nr. 1 von *Sambucus nigra*, nr. 2 und 3 von *Phytolacca decandra*, nr. 4 - 8 von *Raphanus sativus*. Fig. 6 stammt aus einem horizontalen Querschnitt von *Raphanus*. Was an diesen Abbildungen hauptsächlich auffällt, ist die Tatsache, dass kaum in einem Fall, auch wenn man die Abbildungen von Tafel 1 und Tafel 3 Fig. 1 - 4 noch dazu nimmt, die Zelle, in der die Kernteilung stattfindet, direkt in der Mitte des Cambiums liegt; sondern meistens treffen wir sie mehr seitwärts an, so in Fig. 1: 2/5 rindenwärts, in Fig. 5: 3/7 markwärts, in Fig. 4: 3/8 rinden- und 2/7 markwärts, in Fig. 8 rechts 4/8 rindenwärts. Ebenso verhält es sich mit den Figuren auf Tafel 1 und Tafel 3, 1 - 4. - Doch die auffallendste und am wenigsten zur Theorie der einen Initiale passende Erscheinung ist das Vorhandensein von Kernteilungen in zwei nebeneinander liegenden Zellen, wie es Fig. 8 links zeigt, oder auch von 2 Kernteilungen in derselben Reihe, wie es Abb. 6 zeigt. Hieraus könnte man auf zwei Initialen schliessen, was jedoch von SANIO und SCHOUTE als "unmöglich" widerlegt wurde. Würde man aber die Bemerkung einwenden, dass die Teilungen, die ausserhalb der Mitte des Cambiums liegen, Tochterzellen angehören, so ist dem entgegen zu halten, dass dann die Tochterzellen eine grössere Teilungsfähigkeit besitzen müssten als die Mutterzellen, was wohl kaum anzunehmen ist. Was liegt nach diesen Ausführungen näher als die Annahme, die schon RAATZ und durch ihn NORDHAUSEN vertrat, dass im Cambium überhaupt keine durch Lage und Teilungsfähigkeit sich vor den übrigen Cambiumzellen unterscheidende Zelle vorhanden ist, eine sogenannte Initiale, sondern dass allen die Fähigkeit, sich zu teilen, gleich innewohnt?

Es bleibt nun noch übrig, die zwei auf dieser Seite oben gestellte Fragen zu beantworten und sie, bzw. deren Antwort, entsprechend der eben gegebenen Erklärung der Cambiumzellen auf diese insgesamt anzuwenden.

Von direkten äusseren Einflüssen, die einer Cambiumzelle die Fähigkeit zur Teilung verleihen könnten, kann wohl nicht die Rede sein. Denn wenn auch das Wachstum einer Pflanze von äusseren Bedingungen wie Ernährung u.a. abhängt und beeinflusst wird, und beide in engem Zusammenhang miteinander stehen, so kann doch, falls die Wachstumsbedingungen noch gegeben sind, ein direkter Anlass zur Zellvermehrung dadurch nicht bestehen. Ganz und gar nicht kann ein äusserer Anlass ange-

nommen werden bei den Teilungsvorgängen der Initialen entspechend der gestellten Frage. Denn der Holz- oder Bastkörper, der erst werden soll, kann nicht die Cambiumzelle dazu veranlassen, ihm seine Zellen zu produzieren. Diese Eigenschaft d. Cambiumzelle muss und kann nur eine innere sein, wie auch SANIO sie ihr zuschreibt. Nur von innen heraus kann die Cambiumzelle, angetrieben und geleitet von dem uns verborgenen inneren Gesetz der Natur, ihre verschiedene Tätigkeit ausüben. Und ich meine, wenn SANIO der Initiale diese innern Eigenschaften zuschreibt, so kann man, nach dem, was wir über Initialen und Cambiumzellen gehört haben, mit demselben Recht allen Cambiumzellen dieselben innern Eigenschaften zuerkennen. Es erübrigt sich dann das theoretische Produkt der Mutter- und Tochterzelle bzw. der Mutter- und Tochter-Initiale. Freilich müsste dann noch eine Erklärung darüber gefunden werden, wie es kommt, dass, wenn doch alle Cambiumzellen gleich stark teilungsfähig sind, die Cambiumzone immer ihre Grenzen beibehält. Nun, erstens ist nicht gesagt, dass die Cambiumzellen ihre gleiche Teilungsfähigkeit in gleich grossem Masse ausnützen, und zweitens muss wohl auch die Initialentheorie es dem ordnenden Gesetz der Natur überlassen, dass die Cambiumschicht nie über ihr gebührendes Mass hinausgeht. Eine ungefähre Lösung dieser Frage suchte RAATZ in seiner Theorie des Wendekreises zu geben.

Nach alledem lautet die Definition des Cambiums: Das Cambium besteht aus einer Schicht meristematischer Zellen, bei denen kein Unterschied in der Teilungsfähigkeit vorhanden ist. Beim Verlassen der Schichtgrenze verlieren die Zellen ihren cambialen Charakter und differenzieren sich zu Holz- bzw. Bastzellen.

3. Horizontale Querteilung.

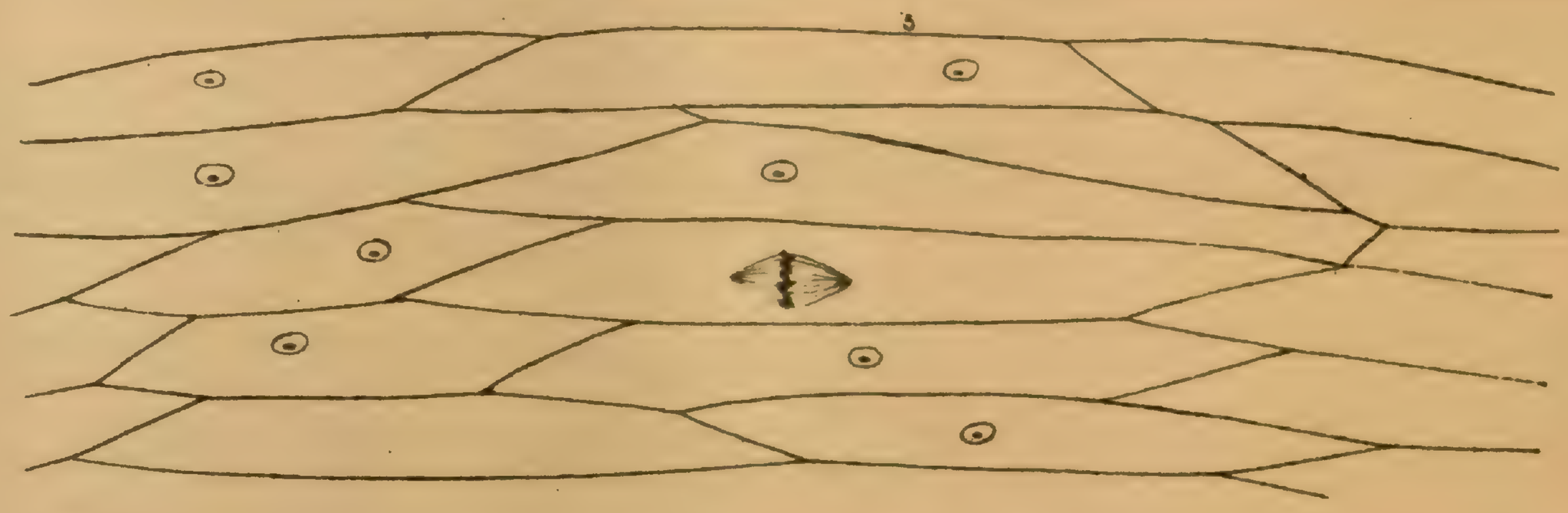
Dieser dritte Punkt meiner Untersuchungen handelt über das Vorkommen und den Zweck der horizontalen Querteilungen. Um sie, vorausgesetzt, dass sie überhaupt vorhanden sind, beobachten zu können, konnte man dieselben radialen Längsschnitte benützen, die zum Aufsuchen der tangentialen Längsteilungen dienten. Auch müssen sie auf tangentialen Längsschnitten zu finden sein. Denn diese beiden Schnittarten geben die Möglichkeit, die horizontalen Querteilungen von zwei Seiten sehen zu können. Naturgemääs ist das Bild des Kernes in beiden Fällen dasselbe, jedoch die Form der Zelle ist verschieden.

Von dem Vorhandensein dieser Teilungen können wir uns auf zweierlei Weise überzeugen, der indirekten und der direkten. Angenommen haben, wie wir schon hörten, auch KLINKEN und NEEFF diese Teilungen, aber nur als Vorstufe zu dem gleitenden Längenwachstum, das, wie ich im nächsten Abschnitt zeigen werde, nur der Ausdehnung in die Breite einer Pflanze dienen soll. Wie aber soll man sich dann das Längenwachstum einer Pflanze erklären? Ich meine nicht das Spitzenwachstum, sondern das Wachstum des Stammes, besonders des jungen Stammes in sich. Es wächst z. B. ein Internodium bei *Sambucus* von der Länge einiger Millimeter heran bis zu einer Länge von 20 - 30 cm. Dabei muss es also doch eine Art von Wachstum geben, die eine Längenzunahme ermöglicht. Allein auf einer Längsstreckung der Zellen kann eine so starke Verlängerung unmöglich beruhen. Es gibt eben keine Erklärung, die diesen Vorgang des Längenwachstums deutlicher darstellte, als wie die Annahme einer Zellvermehrung in der Richtung der Längsaxe, die bedingt wird durch horizontale Querteilungen verbunden mit der Streckung der Zellen.

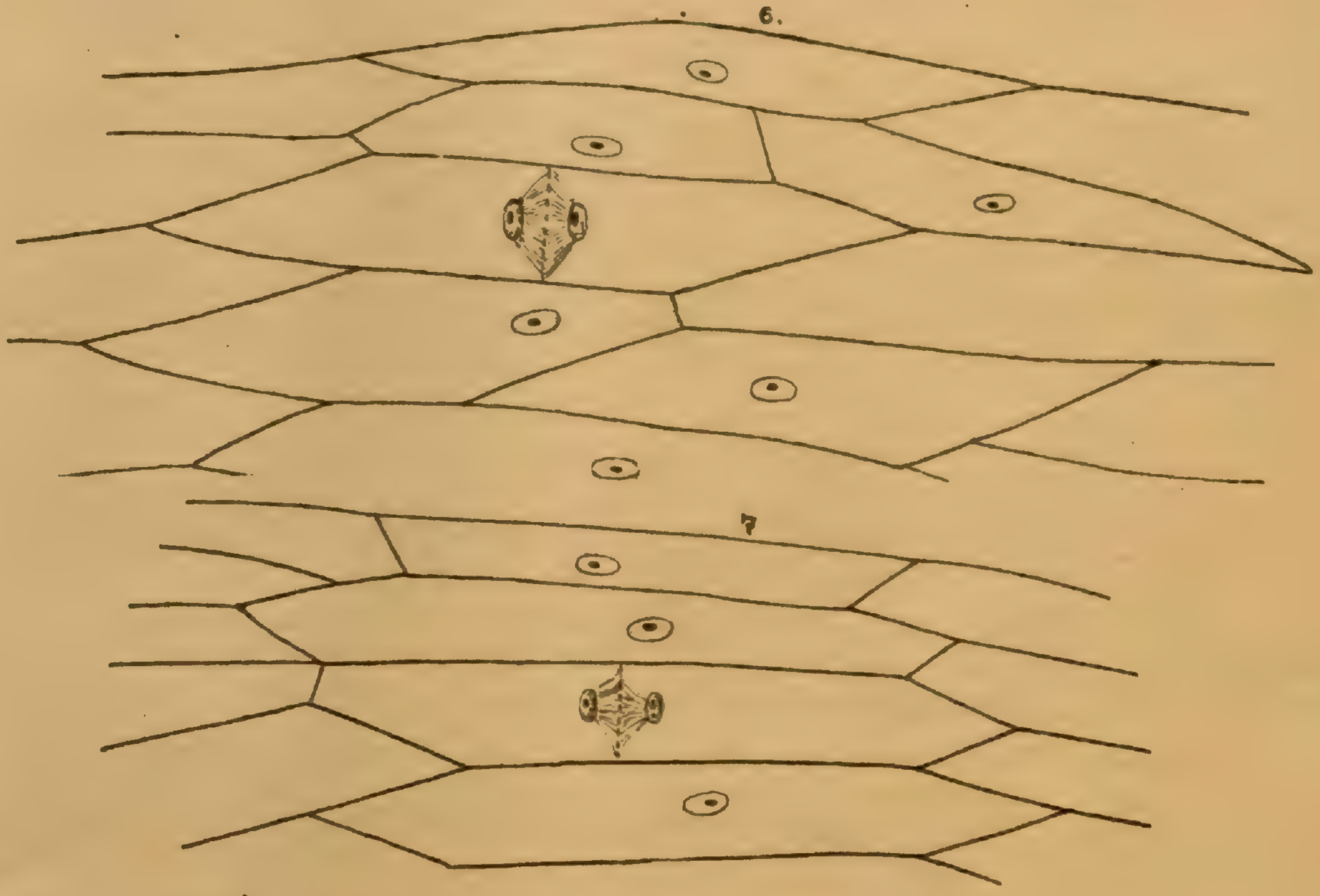
Und tatsächlich wird diese Annahme durch die direkte Beobachtung bestätigt. Wie schon bei der Behandlung der Initialenfrage die Abbildungen 2, 4 und 5 der Tafel II. zeigen, kann an einem Vorkommen der horitontalen Querteilungen nicht mehr gezweifelt werden. Dabei stammt nr. 2 von *Phytolacca*, 4 und 5 von *Raphanus*. Noch deutlicher wird dieser Teilungsvorgang bewiesen durch die Abbildungen auf Tafel III, Seite 129. Davon gehören Abb. 1 - 4 radialen Längsschnitten von *Phaseolus* an, während 5 - 7 tangentialen Längsschnitten von *Raphanus* entnommen sind. Wie es auch bei diesen Teilungen nicht anders zu erwarten ist, handelt es sich wieder um die mitotische Teilung. Figur 1 und 5 zeigen die Bildung der Äquatorialplatte, 2 und 6 und 3 und 7 die Bildung der Tochterkerne und der dazwischen liegenden Teilungswand. Figur 4 stellt das Endstadium der Teilung dar. Stellt man

Tafel 3

5

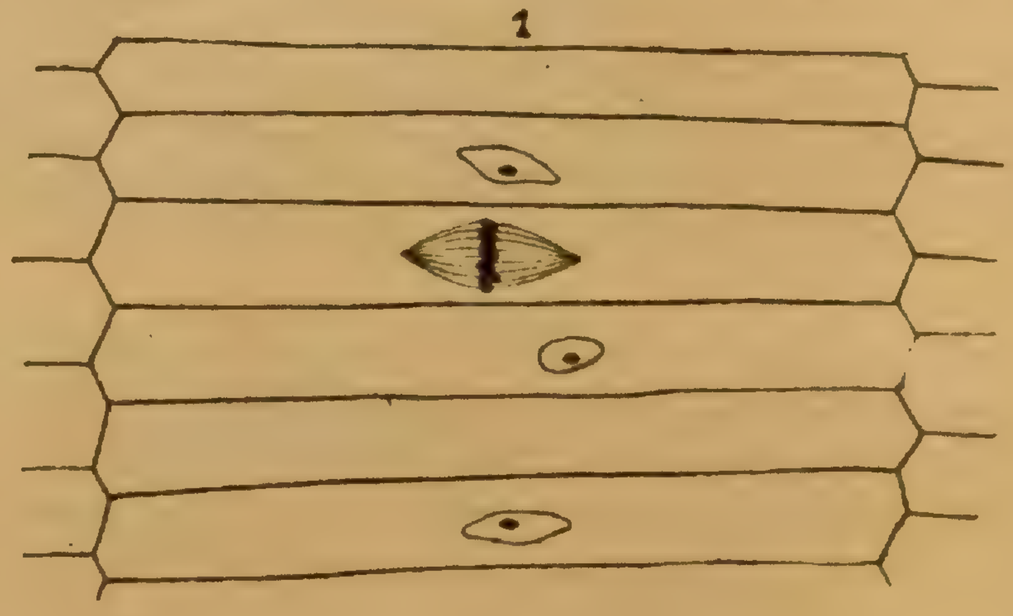


6.

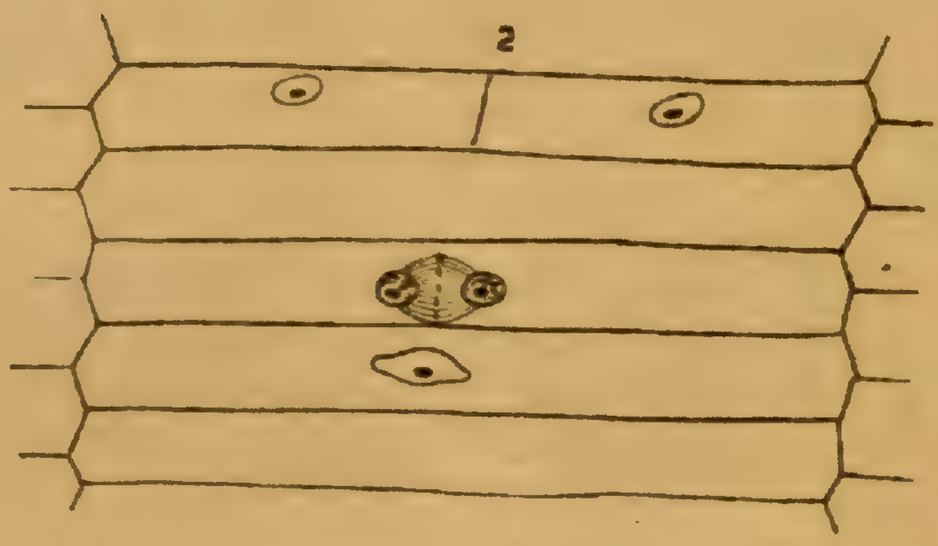


7

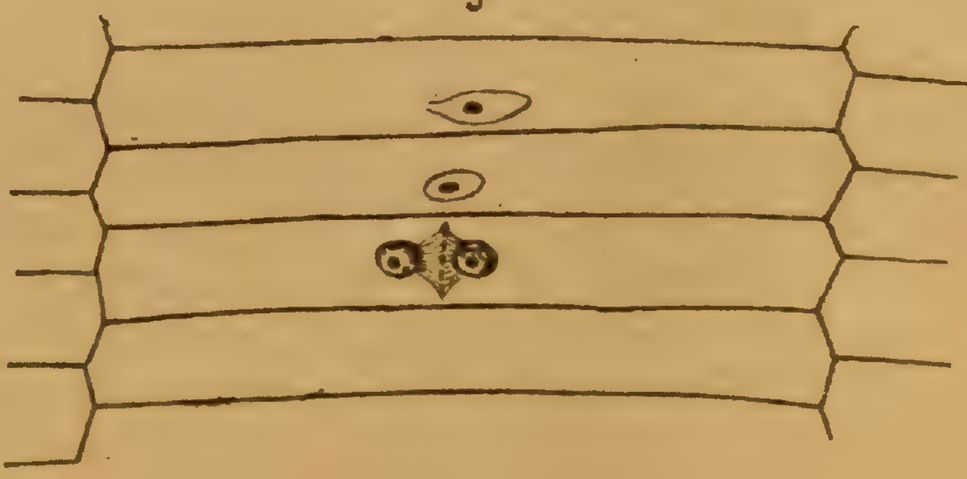
1



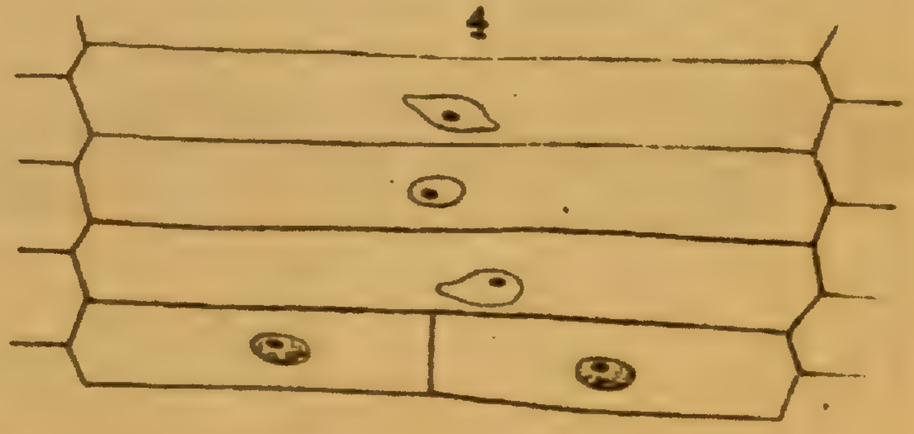
2



3



4



sich nun vor, dass sich jedesmal in gewissem begrenzten Zeitraume die ganze Zellreihe teilt und dann die Tochterzellen zu der Grösse der ursprünglichen Zellen heranwachsen, so haben wir es hier mit einer Gesamtverlängerung von 100% zutun. Übrigens konnte ich auch feststellen, dass sich oft, wenn nicht fast immer, die Zellen, die zu horizontalen Querteilungen übergingen, im Verein mit der ganzen zugehörigen Zellreihe sich vor der Teilung schon in die Länge streckten. So fand ich z.B. die Durchschnittslänge der Cambiumzellen von ***haseolus*** gleich 90 µ, während bei den Zellen, die in horizontaler Querteilung begriffen waren, eine Länge von 130 µ gemessen wurde.

Somit wäre auch das augenscheinliche Vorhandensein der horitontalen Querteilungen im Cambium der Dikotylen erwiesen.

4. Radiale Längsteilung und 5. gleitendes Längenwachstum.

Da diese beiden Fragen eng miteinander verbunden sind und ineinander übergreifen, halte ich es für zweckmässig, sie zusammen zu behandeln.

Wie ich bereits in der Einleitung bemerkte, wäre die einfachste Theorie über die Vergrösserung des Cambiums die der dreifachen Teilung der Cambiumzelle, nämlich der tangentialen Längs-, der horizontalen Quer- und der radialen Längsteilung. Während die beiden ersten allgemein angenommen und anerkannt werden und auf Grund meiner Untersuchungen unzweideutig festgestellt sind, stellet KLINKEN für die Coniferen und anschliessend NEEFF für die Dikotylen die radialen Teilungen in Abrede.

Ich wiederhole der Klarheit wegen diese bereits in der Einleitung angeführten Behauptungen von KLINKEN und NEEFF, dass nämlich die einfache Art der Erweiterung des Cambiummantels infolge radialer Teilungen ersetzt wird durch den verwickelten Vorgang des gleitenden Längenwachstums mit vorhergehender horizontaler Querteilung.

Ich erinnere ferner daran, dass KLINKEN nur für die Coniferen seine Behauptungen aufstellt, ja sogar einen besonderen "Coniferentypus" gegenüber einem "Dikotylentypus" konstruiert. NEEFF dagegen hält einen Unterschied zwischen Coniferen- und Dikotylentypus in der Cambiumfrage nicht für angebracht und den Verhältnissen entsprechend. Hierein stimme ich ihm bei; denn der Bau der Coniferen, speziell des Cambiums, stimmt doch im wesentlichen so sehr mit dem der Dikotylen überein, dass ich nicht wüsste, warum dieser Unterschied zwischen Coniferen und Dikotylen gemacht werden soll.

Doch bevor ich die Frage der Radialteilungen und des gleitenden Längenwachstums behandle, will ich einige allgemeine Betrachtungen über die Combinations-Möglichkeit der verschiedenen Teilungsarten und die sich daraus ergebenden Folgerungen anstellen. KLINKEN tat dies für die tangentialen und radialen Teilungen. Er sagt (10, p. 3): "Ein Cambium, das nach diesem Schema arbeiten würde, und dessen Produkte während und nach ihrem Austritt aus dem Cambium keine wesentlichen Änderungen bezüglich ihrer Länge und ihres tangentialen Durchmessers erleiden würden, müsste offenbar einen ausserordentlich regelmässig gebauten Holz- und Rindenkörper erzeugen". Es müssten alle Cambiumreihen in ihren Holz- und Rindenprodukten in Radialreihen liegen, und auf Radialschnitten müssten die oberen und die unteren Kanten einer jeden Reihe auf derselben Höhe zu sehen sein. Die weitere Folge von regelmässigen tangentialen und radialen Längsteilungen wäre der sog. stockwerkartige Aufbau und die horizontalen Scheiben oder Horizontalschichten, wie sie HÖHNEL nennt. Doch solche regelmässige Anordnung wird es wohl kaum in der Natur geben mit Ausnahme der von HÖHNEL beschriebenen tropischen Etagenhölzer z.B. *Picrasma excelsa, Bocoa provacensis* und *Pterocarpus santalinus*.

Denn es kommen Faktoren hinzu, die diese Horizontalschichtung vereiteln. Solche Faktoren sind das gleitende Weitenwachstum der Gefässe und Siebröhren und das gleitende Längenwachstum der Tracheiden, Holz- und Bastfasern, wie es von KRABBE (2) eingehend behandelt wurde. Gleitendes Weitenwachstum hat auf die Radialanordnung einen störenden Einfluss, auf die Bildung von Horizontalschichten jedoch nicht. Anders das gleitende Längenwachstum. Denn dadurch, dass sich die Zellen

zwischen einander einzwängen, muss sowohl d. Horizontalschichtenbildung als auch die Radialanordnung verloren gehen. Aus diesen Betrachtungen stellt KLINKEN folgende Regel auf (10, p. 6):

1. Das gleitende Längenwachstum verhindert sowohl das Zustandekommen der Radialanordnung wie auch die Bildung von Horizontalschichten; das gleitende Weitenwachstum dagegen nur das Zustandekommen der Radialanordnung.

2. Stockwerkartiger Aufbau setzt also nur das Fehlen von gleitendem Längenwachstum voraus.

3. Radialanordnung dagegen ist nur möglich, wenn sowohl gleitendes Längen- als auch Weitenwachstum fehlt.

4. Wo sowohl gleitendes Längen- als auch gleitendes Weitenwachstum fehlt, muss demnach ein Holz- und Rindenkörper mit Horizontalschichtbildung und Radialanordnung zustande kommen.

Fügt man noch zu der Annahme KLINKENs von Tangential- und Radialteilungen die der horizontalen Querteilungen hinzu, so hängt es von der Art und der Häufigkeit dieser Teilungen ab, ob sich das Bild ändert oder nicht. Auf keinen Fall wird die Radialanordnung dadurch gestört. Anders verhält es sich mit dem stockwerkartigen Aufbau. Hier handelt es sich darum, ob die horizontalen Querteilungen nur in vereinzelten Zellen stattfinden, oder ob jedesmal alle Zellen eines Stockwerks zugleich in eine obere und untere Hälfte zerlegt werden. Würde nämlich ganz unregelmässig eine Zelle sich horizontal quer teilen, so gibt es zwei Möglichkeiten des weiteren Verlaufs, die aber beide eine Störung des stockwerkartigen Aufbaus zur Folge hätten. Entweder müsste eine solche Zelle durch noch öftere derartige Teilungen zuletzt ein Minimum der Grösse erlangen, was jedoch nie der Fall ist, oder aber die beiden Teilprodukte wachsen unabhängig von den angrenzenden Zellen für sich zu der normalen Zellengrösse heran. Als ein Bild dieses Vorganges wäre Fig. 8, der Arbeit von NEEFF (13, p. 233) entnommen, aufzufassen.

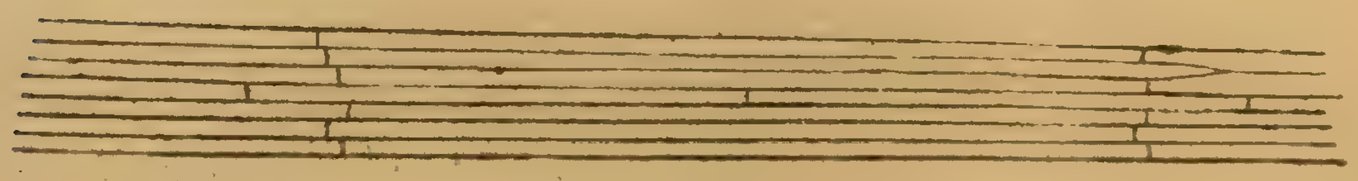


Fig. 8. Stück eines radialen Längsschnittes durch das Cambium einer mehrjährigen Wurzel von *Tilia*. Siehe Text. - (Nach NEEFF).

Damit wäre aber dieser Vorgang nicht abgeschlossen, da diese beiden Tochterzellen mit der oberen bzw. unteren angrenzenden Zelle bei ihrem Wachstum in Conflikt geraten müssen. Entweder werden diese zusammengedrückt oder verschoben oder aber diese und die Tochterzellen wachsen aneinander vorbei. Von einem solchen Vorbeiwachsen, das auf Radialschnitten zu sehen wäre, spricht aber weder KLINKEN und NEEFF, noch habe ich selbst welches jemals beobachten können. Aber auch ein Bild wie das in Fig. 8 konnte ich auf keinem meiner Schnitte beobachten, wie ich auch keine wesentlichen Störungen des stockwerkartigen Aufbaus finden konnte. Denn sollten solche zu sehen sein, so sind sie nach meiner Ansicht nur scheinbar. Meine Auffassung über horizontale Querteilungen und ihre Folgen geht dahin, dass zwar nicht alle Zellen eines Stockwerks des Cambiums zugleich sich horizontal quer teilen, sondern dass eine Zelle beginnt, in gewisser Zeit aber die ganze Reihe sich geteilt hat, wie ich bereits auf Seite 130 bei der speziellen Behandlung der horizontalen Querteilungen erklärt habe. Dadurch bleibt dann der Typus des stockwerkartigen Aufbaues gewahrt. Selbstverständlich darf man dabei keine mathematische Genauigkeit verlangen. Ferner ist zu berücksichtigen, dass es wohl kaum möglich ist, Radialschnitte anzufertigen, die genau parallel der Stammaxe verlaufen oder genau durch eine Zellreihe von A bis Z gehen. Letzteres ist sowieso unmöglich, da die Zellen, wie auf Tangentialschnitten ersichtlich ist, nie mit linearer Genauigkeit vertikal übereinander stehen. Auch darf nicht angenommen werden, dass beim stockwerkartigen Aufbau alle Zellen wie bei den "Etagenhölzern" schichtweise auf derselben Höhe stehen, sondern ich fasse es so auf, dass

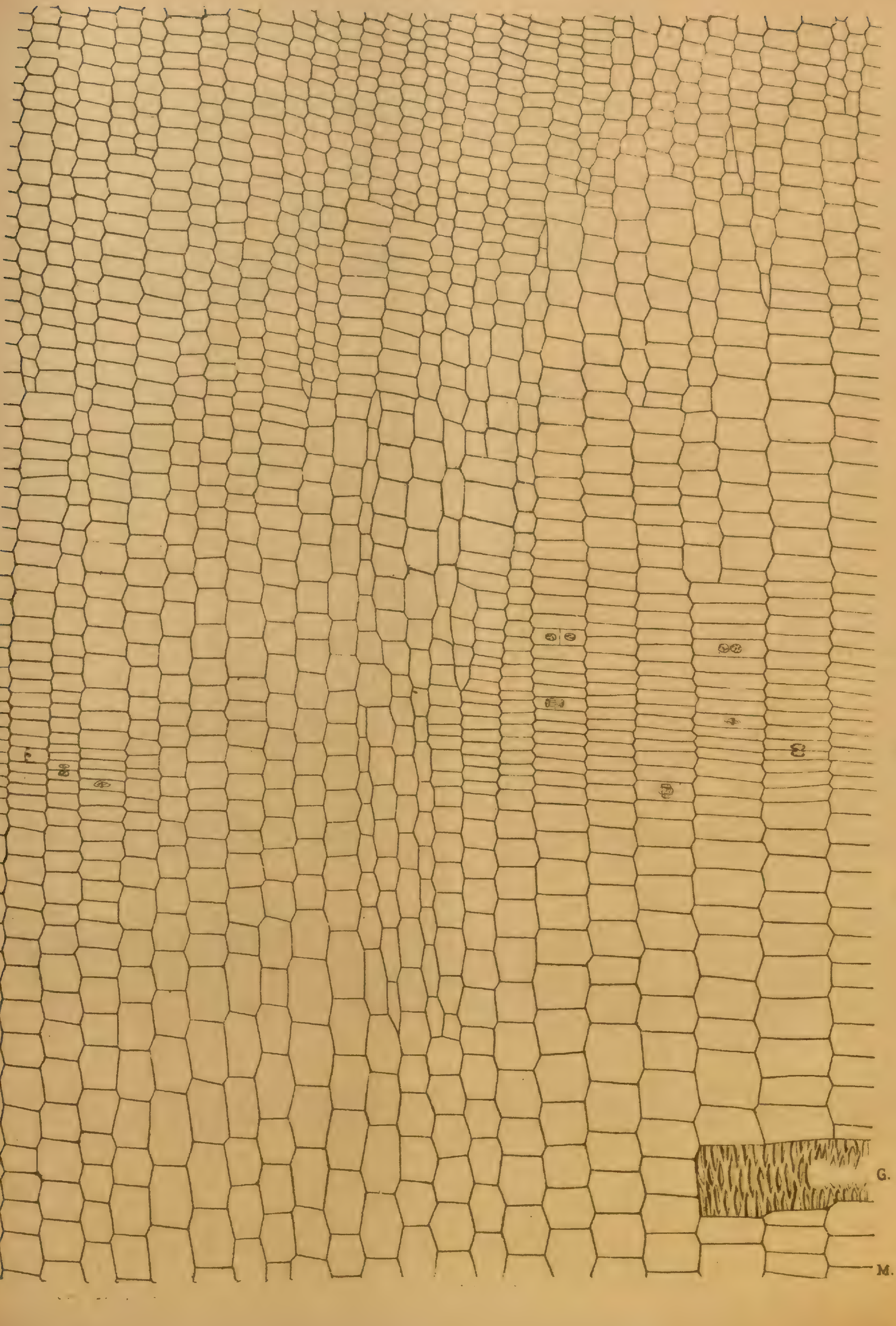
die Bezeichnung "Stockwerk" sich jedesmal nur bezieht auf die Zellen einer Längsreihe, die einer Radialreihe auf horizontalen Querschnitten entspricht. Da bei Radialschnitten oft die Zellen einer tiefer- oder höherliegenden Reihe getroffen werden können, wenn der Schnitt oder die Zellreihe schief verläuft, so ist einzusehen, dass leicht der Eindruck des gestörten Stockwerkbaues erweckt werden kann. Zum Beweise dafür, dass horizontale Querteilungen und stockwerkartiger Aufbau sich nicht gegenseitig ausschliessen, sei auf die Abbildungen hingewiesen, wie sie sowohl Tafel III nr. 1 - 4 und Tafel II nr. 2, 4, als auch Tafel I und Tafel IV. nr. 1, 3, 8, 7 und 8 zeigen. Betrachtet man sodann Tafel IV, die ein Stück aus einem radialen Längsschnitt von *Raphanus sativus* darstellt, so sieht man auch hier deutlich den Charakter des stockwerkartigen Aufbaus, nicht nur im Cambium selbst, sondern auch in seinen Produkten, sowohl der Rinde als auch dem Holz. Wo Unregelmässigkeiten zu sein scheinen, ist es dem vorhin erwähnten Umstand zuzuschreiben, dass der Schnitt nicht immer genau durch die radial zusammengehörenden Zellen geht, Dies tritt am auffallendsten zutage bei den Rindenzellen, da hier die Regelmässigkeit weniger stark ausgebildet ist, wie ja auch auf Tafel V, die ein Stück aus einem horizontalen Querschnitt von *Raphanus* darstellt, zu sehen ist. Hier muss ich allerdings hinzufügen, dass bei Holzgewächsen dieses Bild nicht so deutlich sein kann wegen des schon erwähnten störenden Einflusses von Tracheiden, Holz- und Bastfasern. Aber es kommt uns hier vor allem auf die Verhältnisse im Cambium an, also mehr auf das intracambiale als auf das extracambiale gleitende Wachstum. Die Erscheinung des stockwerkartigen Aufbaus, wenigstens für das Cambium, erwähnt auch NEEFF, indem er unter anderem schreibt (13, p. 233): "Unter normalen Umständen erwarten wir, dass auf einem radialen Schnitt sämtliche radial zusammengehörenden Elemente der Cambiumzone selber ihre Zellenden ungefähr auf demselben Stockwerk stehen haben".

Ist aber stockwerkartiger Aufbau vorhanden - auch in der von mir angenommenen Art - so dürfte kein gleitendes Längenwachstum vorhanden sein laut Regel 2 von KLINKEN.

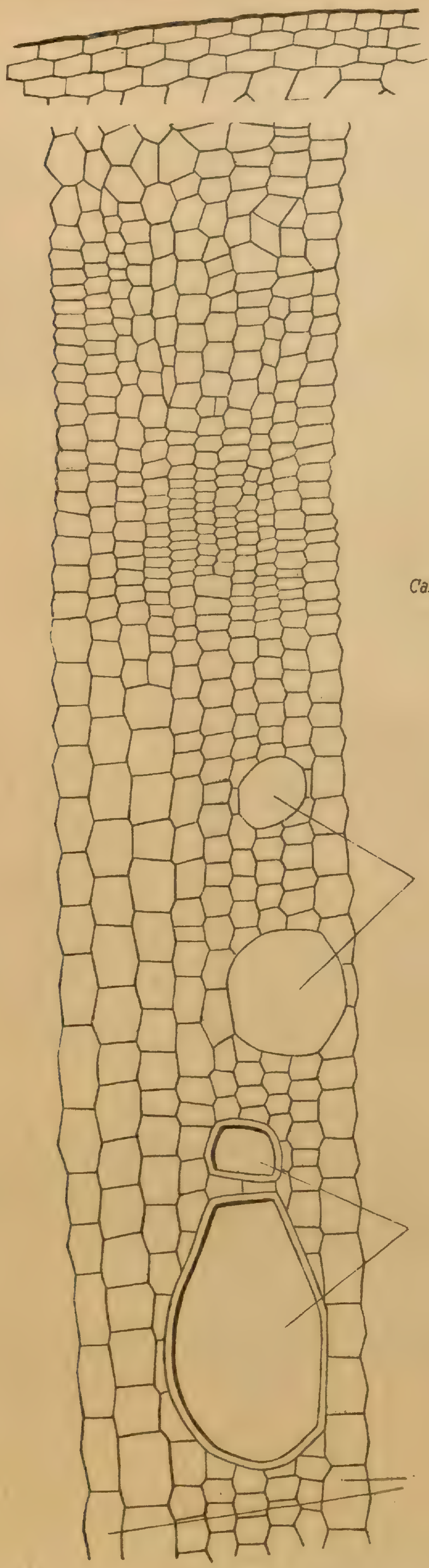
Ein anderer Punkt der KLINKENschen Regeln stellt fest, dass das gleitende Längen- und Weitenwachstum das Zustandekommen von Radialanordnung verhindert, dass also da, wo Radialanordnung vorhanden ist, gleitendes Längen- und Weitenwachstum fehlt. Das lässt sich leicht einsehen, wenn man sich vorstellt, was für ein Bild sich ergeben muss, wenn von Zeit zu Zeit an irgend einer Stelle, wo es zur Vergrösserung des Cambiumzylinders gerade nötig ist, eine Zelle an der andern vorbeiwächst, und auf diese Weise zwei Zellen, die übereinander gestanden haben, nun nebeneinander zu stehen kommen, oder wenn eine Zelle sich mehr erweitert als eine andere. Da aber Tafel V eine augenscheinliche Radialanordnung der Cambiumzellen zeigt, darf es demnach ein intracambiales gleitendes Längen- und Weitenwachstum nicht geben. Auch dürfte diesem Bilde nach bei den unverholzten Dikotylen sogar ein extrakambiales gleitendes Längenwachstum kaum angenommen werden. Denn markwie auch rindenwärts sind die Radialreihen zu verfolgen, wenn sie auch in letzterer Richtung etwas verwischt sind. Was allein die Radialanordnung einigermassen stören könnte, sind die grossen Gefässe, die ihre auffallende Breite dem gleitenden Weitenwachstum verdanken. Ihre Entstehung aus normalen Zellen lässt sich auf Tafel IV schön sehen. Man sieht hier noch genau die Formen der Nachbarzellen in den Gefässabschnitten. Dass nur ein Stück eines solchen Gefässes getroffen ist, hat seinen Grund in dem geschlängelten Verlauf der Gefässe, die wie das Cambium auf Tafel VI sich um die Markstrahlen herumbiegend ihren Weg wählen.

Den Einfluss des gleitenden Weitenwachstums der Gefässe auf die Nachbarzellen veranschaulicht auch Tafel V, wobei man beobachten kann, wie das Lumen der angrenzenden Zellen immer mehr zusammengedrückt wird und sie zum Teil ganz verdrängt werden. Andererseits bemerkt man aber auch, wie die Zellreihen, sobald sie wieder Raum gewinnen, von neuem vorhanden sind, dass also der Radialreihentypus stets beizubehalten gesucht wird. Noch eine andere Erscheinung ist auf diesem Schnitte zu beobachten, nämlich dass die Reihen sich häufiger rindenwärts verdoppeln als wie markwärts, was ja ganz natürlich ist. Je weiter man nach der Mitte kommt, umso mehr müssen Zellreihen verschwinden. So sind z.B. auf Tafel V vor dem grossen Ge-

Tafel 4.



Tafel 5


Epidermis
Cambiumzone
Tracheen
Tracheen
Zellreihe eines Markstrahls

fässe auf der Cambiumseite noch 6 Zellreihen - die Zellreihen der Markstrahlen, zwei links und eine rechts sind nicht berücksichtigt -, während es auf der andern Seite nur noch 5 Reihen sind.'

Nachdem wir nun gesehen haben, dass im Cambium der Dikotylen Radialanordnung vorhanden ist, darf es nach Punkt 3 der KLINKENschen Regeln, die wir anerkennen, kein intracambiales gleitendes Längen- und Weitenwachstum geben; extracambial ist ein solches möglich. Andererseits sind nach der Behauptung von KLINKEN und NEEFF aber Radialteilungen ausgeschlossen. Aber doch wenigstens eine der beiden Möglichkeiten, aufgrund deren sich der Cambiumzylinder erweitern kann, muss es unbedingt geben. Da es, wie wir gesehen haben, die erste nicht ist, muss es trotz gegenteiliger Bahauptung die zweite sein.

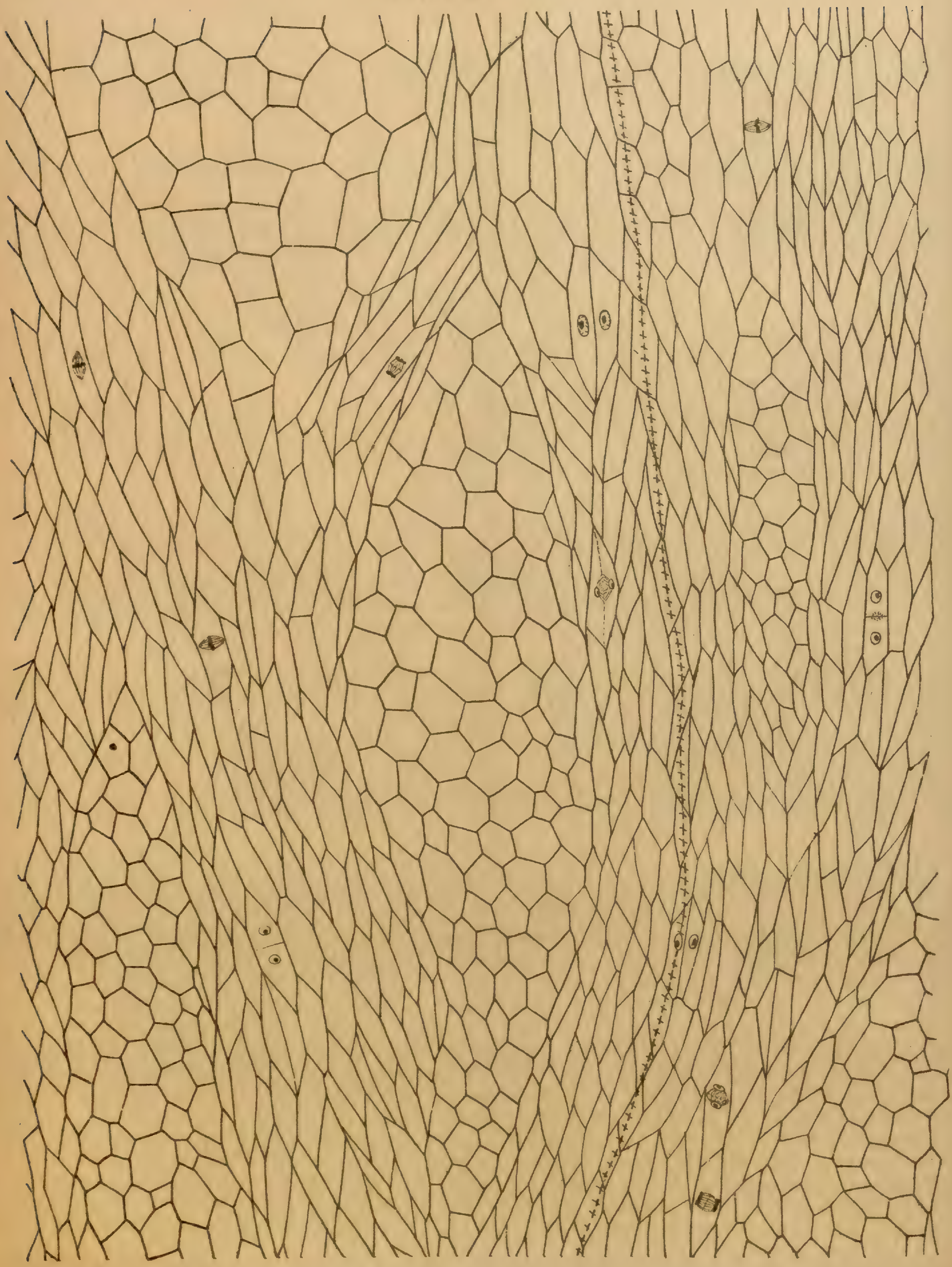
Betrachtet man oberflächlich einen Tangentialschnitt, wie ihn Tafel VI, Seite 136 zeigt, so kann man allerdings leicht zu der Vermutung gelangen, dass hier keine Längsteilungen vorhanden sind. Denn bei dieser verschieden spitzen und ungemein variablen Form, die die Cambiumzellen in der Tangentialansicht scheinbar zeigen, zusammen mit einem Gesamteindruck einer Durcheinanderlagerung der Zellen, lässt sich daran zweifeln, ob und wie hier Längsteilungen stattfinden sollen. Aber bei näherem Zusehen ist die Unordnung gar nicht so gross, denn auch hier sind deutliche Längsreihen zu sehen, wie die mit Kreuzen angegebene Linie andeutet und auch eine schichtweise Anordnung ist unverkennbar.

Doch KLINKEN und NEEFF suchten nach einer anderen, ihnen glaubhafter dünkenden Lösung der Frage nach der Art der Vergrösserung des Cambiumringes. Sie glaubten, wie bereits angegeben, aufgrund verschiedener Beobachtungen, auf die ich noch näher eingehen werde, des Rätsels Lösung, die ja auch FITTING in sein Lehrbuch übernommen hat, in der Erklärung gefunden zu haben, dass nur gleitendes Längenwachstum zur Erweiterung des Cambiummantels, der durch die tangetiale Längsteilung nach aussen verschoben wird, dient. So sagt NEEFF im Anschluss an Zitate von verschiedenen Autoren, die der Ansicht waren, dass radiale Längsteilungen vorhanden sind (13, p. 237 und 237): "Mit diesen bis heute noch allgemein angenommenen Erklärungsversuchen für die Verbreiterung des Cambiumringes während des Dickenwachstums stehen meine Betrachtungen im Widerspruch. Trotzdem KLINKEN schon einen entscheidenden Schritt mit seinen Untersuchungen bei *Taxus* durch die Deutung der plötzlich auftretenden Radialwände als aufgerichtete einstige Horzontalwände getan hat, können wir ihm bei seinen Schlussfolgerungen nicht folgen. Denn auch KLINKEN behauptet noch immer, dass das Auftreten von Radialwänden bei den Dikotylen tatsächlich auf Radialteilungen beruhe. Unsere Beobachtungen bei *Tilia*, die als Typus für die Dikotylen gelten darf, ergaben, dass auch den Dikotylen Radialteilungen fehlen. Sie werden funktionell ersetzt durch horizontale Querteilungen".

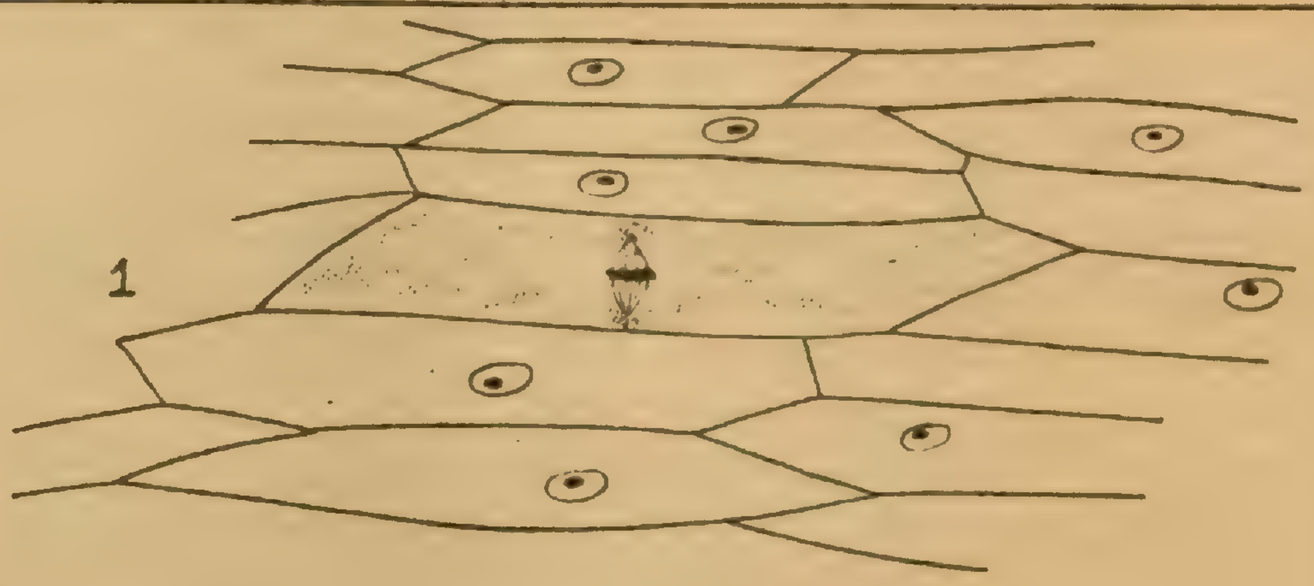
Demgegenüber kann ich jedoch aufgrund meiner Untersuchungen und unzweideutigen Beobachtungen die umstrittene Tatsache feststellen, dass im Cambium der Dikotylen Radialteilungen vorhanden sind. Was ich also soeben auf indirektem Wege nachzuweisen versucht habe und nachwies, und was so viele Autoren schon annahmen, hat sich durch meine gefundenen Ergebnisse, also durch direkte Beobachtung bestätigt.

Denn ich konnte auf tangentialen Längsschnitten durch das Cambium von *Raphanus sativus* alle typischen Stadien der radialen Längsteilung finden und so ein klares Bild des Beginnens und des Vorganges dieser Teilungsart zusammenstellen, wie es Tafel VII, Seite 137, wiedergibt. Wir sehen in Fig. 1 und 2, wie sich in je einer Zelle, die schon durch ihre Grösse und typische Cambiumform hervortritt, die Kernspindel mit ihren Polenden genau quer zu der Längsaxe der Zellen eingestellt hat, und wie sich in der Richtung der Längsaxe die Äquatorialplatte gebildet hat. Den weiteren Verlauf zeigt Fig. 3. Hier haben sich die Chromosomen bereits an den beiden Polenden angesammelt, während sich in ihrer Mitte die Teilungswand zubilden begonnen hat, die gleich der Äquatorialplatte in der Längsaxe der Zelle steht. Noch deutlicher wird das Bild der radialen Längsteilung der Cambiumzelle in Fig. 4, wo schon die Bildung der Tochterkerne stattgefunden hat. Das Spindelfasergerüst hat sich abgeplattet und eine Verlängerung der Teilungswand innerhalb des Mutterkerngerüstes ermöglicht. Zudem zeigt schon eine schwache Plasmaverdichtung den Weg der

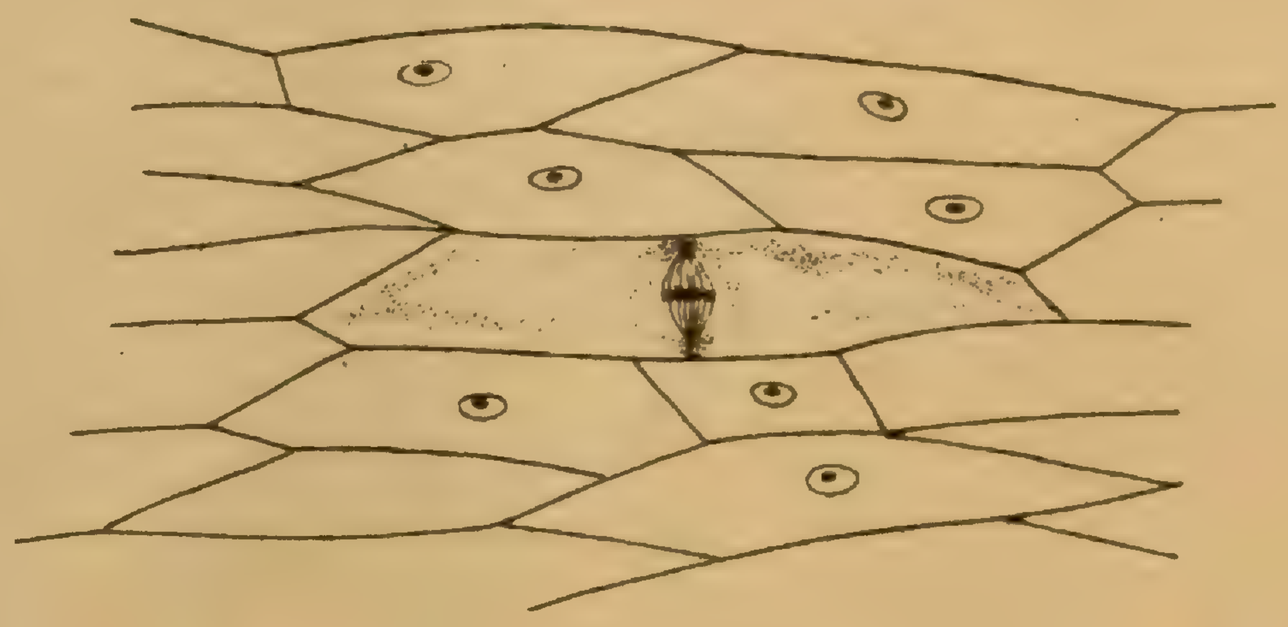
Tafel 6



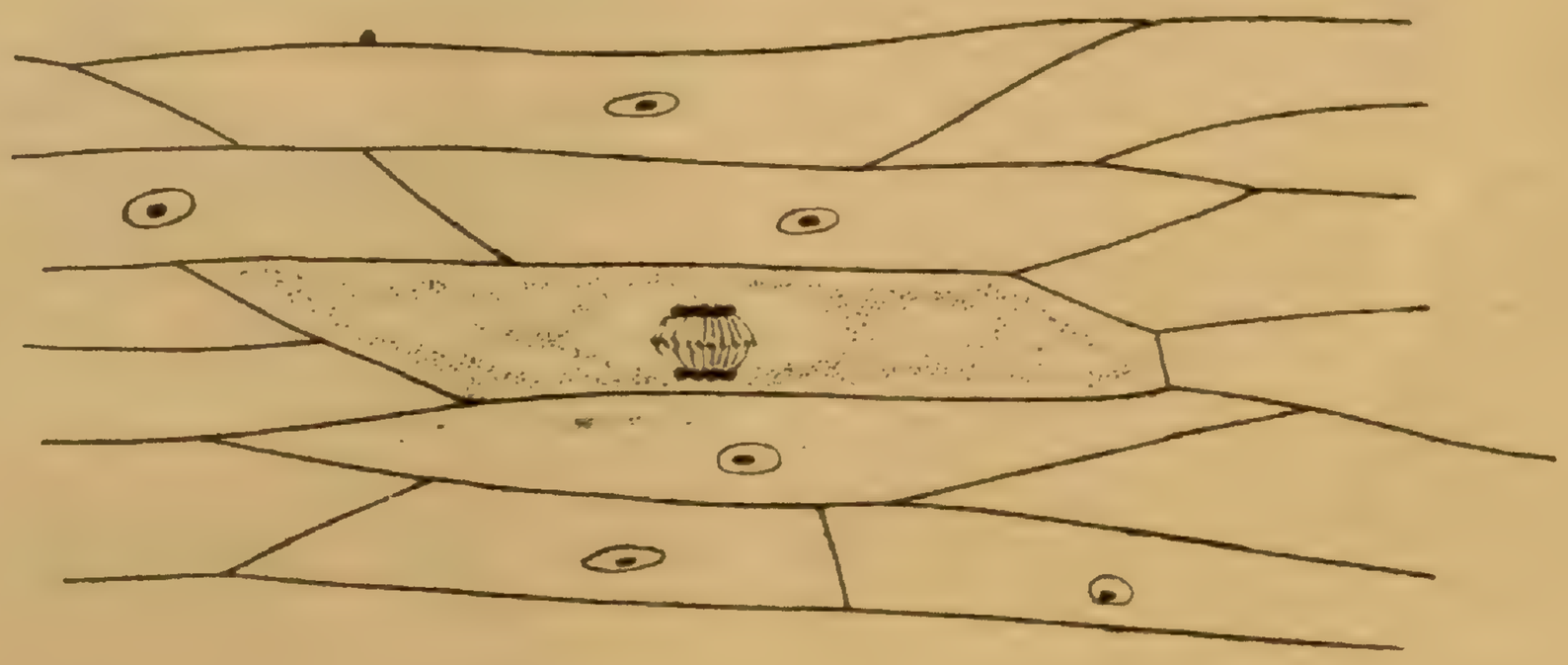
Tafel 7.



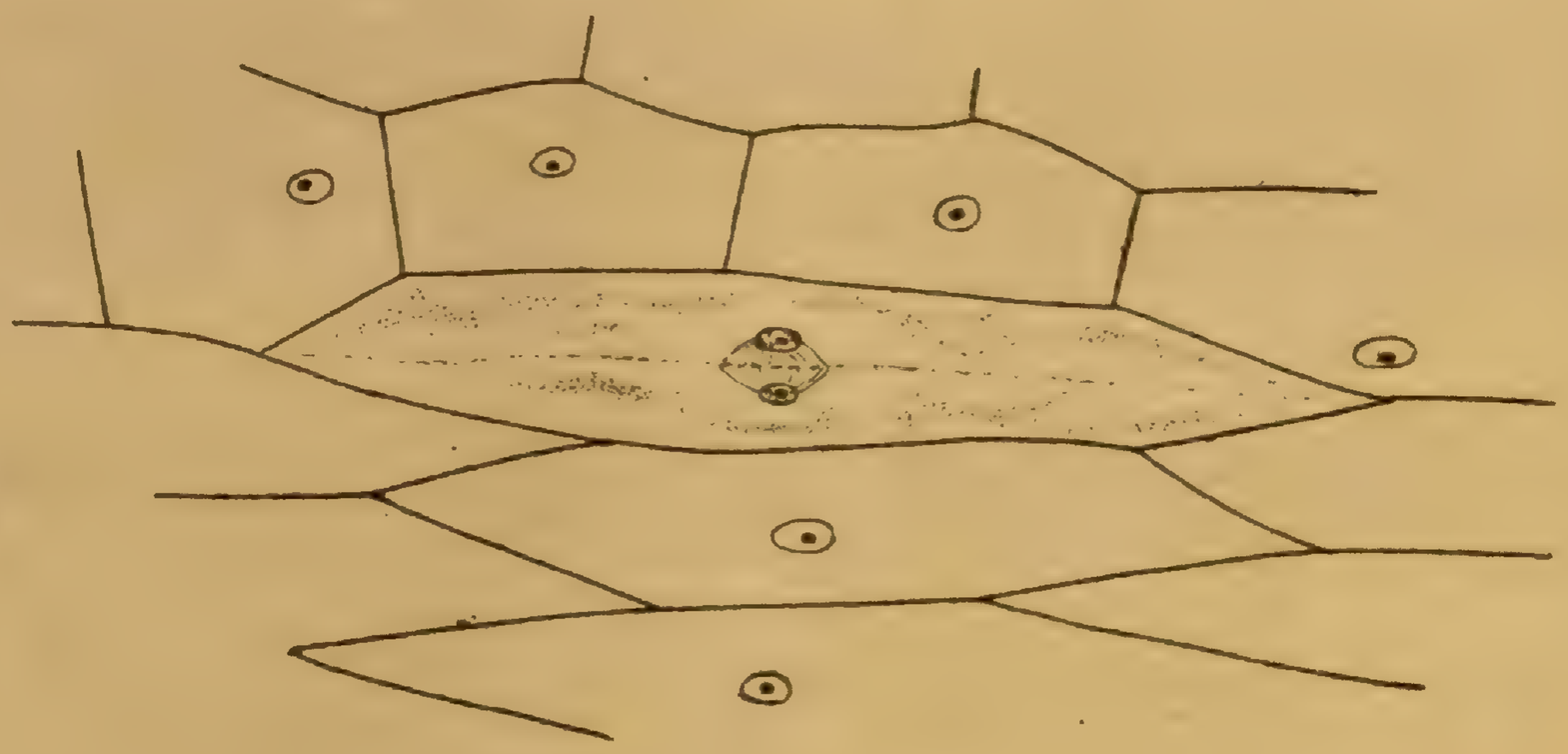
1



2



3



4

neuen Zellwand an, Sie erstreckt sich, wie das Bild zeigt, durch den längsten Raum der Zelle, um möglichst die Zelle in zwei gleiche Hälften zu zerlegen. Dass dies nicht ganz möglich ist, ist ohne weiteres aus der Form der Cambiumzelle in der Tangentialansicht ersichtlich. Nun können wir auch verschiedene Bilder verstehen, die uns einen falschen Begriff von der Form der Cambiumzellen geben könnten, und wie sie uns auf jedem Tangentialschnitt vor Augen treten. Ich meine die nicht typische cambiale Form derjenigen Zellen, die bei der radialen Längsteilung entstanden sind. Diese müssen zuerst wieder zur eigentlichen Form der Cambiumzelle heranwachsen. Ein solches Stadium direkt nach der fertigen Ausbildung der Teilungswand ist ohne Zweifel die in Fig. 1 über der in Teilung begriffenen Zelle liegende Doppelzelle, die aus zwei ungleich geformten Zellen besteht. Die Kerne haben sich bereits von der Teilungswand entfernt.

Wenn nun also Radialteilungen vorhanden sind, so liegt eigentlich schon aus diesem Grunde - ohne den früheren Beweis seines Nichtbestehens - die Annahme nahe, dass gleitendes Längenwachstum unnötig und deshalb auch nicht vorhanden ist. Diese Annahme muss ich zum Teil bejahen, zum Teil möchte ich sie verneinen. Bejahen muss ich sie im Gegensatz zu KLINKEN und NEEFF, als diese annahmen, dass gleitendes Längenwachstum in solcher Stärke auftrete, dass dadurch Radialteilungen ersetzt würden, dass also Zellen aufgrund ihrer Fähigkeit, auf ihren Wänden zu gleiten, sich um eine ganze Zellänge verschieben könnten.

Anders ist es mit einem gewissen beschränkten gleitenden Längewachstum. An dem extracambialen, also dem der Tracheiden, Holz- und Bastfasern glaube ich vorbeigehen zu können, da ich es schon an frührer Stelle als vorhanden annahm. Denn auch MISCHKE (3) schreibt schon betr. der Tracheiden p. 100: "Die eben betrachteten Veränderungen in radialer Richtung sind von einer vertikalen Streckung begleitet, welche eine Zunahme in der Längsrichtung der Tracheiden veranlasst", und KLINKEN schreibt dazu bei Besprechung eines radialen Längsschnittes von *Taxus* (10, p. 100): "Der Schnitt lehrt deutlich, dass die Tracheiden tatsächlich unmittelbar nach ihrem Austritt aus dem Cambium und noch vor ihrer endgiltigen Differenzierung eine wenn auch im Verhältnis zu ihrer ausergewöhnlichen Länge unerhebliche Streckung erfahren. Sie besitzen also gleitendes Längenwachstum". Ich wüsste auch nicht, was dieser Annahme von gleitendem Längenwachstum der Tracheiden, wie auch der Holz- und Bastfasern im Wege stünde. Wie anders als durch Längenwachstum sollten sie nach ihrem Austritt aus dem Cambium ihre im Verhältnis zur Cambiumzelle ganz beträchtliche Grösse erreichen? Dass sie dabei dank ihrer spitzen Gestalt keilförmig sich vorschieben, indem sie auf den Wänden gleiten, ist ohne weiteres einzusehen.

Über intracambiales gleitendes Längenwachstum, das aber eine Verkürzung des Cambiums zur Folge hat, lesen wir bei JOST (5) von *Pinus silvestris*. Er sagt p. 8: "Wenn also die Cambialverkürzung weder durch Verkürzung der einzelnen Zellen, noch durch Wellung, oder durch Schrägestellung zustande kommen kann, so kommen wir dazu, per exclusionem die letzte Möglichkeit für zutreffend zu halten. Die Cambiumzellen müssen sich in einander schieben, indem sie auf den Radialwänden gleiten". Ein ähnliches gleitendes Wachstum wies NEEFF in seiner Arbeit "Über Zell-Umlagerung" nach.

Doch auch nicht um dieses Wachstum handelt es sich hier, sondern um jenes gleitende Längenwachstum, das bis zu einem gewissen Grade eine Verlängerung des Gesamtkörpers zur Folge hat.

Stellt man sich ein Bild eines tangentialen Längsschnittes vor und sieht, wie die Zellen keilförmig ineinandergreifen, so ist eigentlich klar, dass jedes Wachstum einer solchen Zelle nur auf dem Wege vor sich gehen kann, dass die Zellen sich mehr ineinanderschieben, wobei sie auf den Wänden gleiten. Derartig ungefähr muss man sich das Wachsen der Tochterzellen nach der radialen Längsteilung zur eigentlichen Zellform vorstellen. Deutlicher und anschaulicher tritt dieser Wachstumsvorgang im Anschluss an die horizontalen Querteilungen zutage. Allerdings ist auf Radialschnitten davon nichts zu sehen, da hier die Zellen nach wie vor die Form eines langgestreckten Rechtecks besitzen. Betrachtet man aber Tafel III, fig. 5 - 7, die tangentiale Längsschnitte durch das Cambium mit horizontalen Querteilung-

en darstellen, so sehen wir, dass sich auch nach dieser Seite ursprünglich die Teilungswand horizontal quer bildet. Dies passt aber augenscheinlich gar nicht zu den Gesamtbild. Verfolgt man jedoch die weitere Entwicklung dieser Teilungswand, so sieht man, dass sie sich schräg zu stellen beginnt, worauf die Zellspitzen so weit aneinader vorbeiwachsen, bis die beiden Zellen die charakteristische spitze Form der Cambiumzellen in der Tangential-Ansicht besitzen. Auf Tafel III ist in Fig. 6 über der in Querteilung begriffenen Zelle eine bzw. 2 Zellen mit beginnender Schrägstellung der Wand und auf Tafel VII in Fig. 2 über der in Längsteilung begriffenen Zelle ein späteres Stadium der Schrägstellung der Teilungswand zu sehen. Dieses Wachstum und Aufrichten der Teilungswand lässt sich wohl kaum anders als mit Hilfe von gleitendem Längenwachstum vorstellen, wie es ja auch KLINKEN un NEEFF taten. Aber darin liegt der grosse Unterschied zwischen der Behauptung von KLINKEN und NEEFF einerseits und der meinigen andererseits, dass nach diesen die beiden Tochterzellen immer weiter auf ihren Wänden gleitend aneinader vorbeiwachsen und zwar so lange, bis sie nebeneinander zu stehen kommen, also eine Ausdehnung in die Breite zur Folge haben, während ich der Meinung bin, dass sie nur solange gleitend wachsen, bis sie die Form der Cambiumzelle erreicht haben, wobei sie aber immer vertikal übereinander stehen bleiben, also der Verlängerung des Cambiums dienen (siehe horiz. Querteilungen, Seite 129-130).

Fig. 9. Tang. Längsschnitt von Tilia (nach NEEFF).

Die Figur 9, die NEEFF als Beweis für seine Annahme wiedergibt (13, p. 231), entspricht durchaus meiner Behauptung, denn in diesem Bilde haben die beiden Tochterzellen a/1 und a/2 erst die eigentliche Form der Cambiumzelle angenommen, sind also noch nicht gleitend weitergewachsen, als es meine Deutung zulässt.

Zum Hauptbeweise seiner Theorie des gleitenden Längenwachstums führt NEEFF Fig. 10 an, die einen Querschnitt von *Tilia tomentosa* wiedergibt. Er sagt darüber folgendes (13, p. 235 und 237): "Die bisher geläufige Ansicht über das Auftreten der Radialwand zwischen den Initialen i/1 und i/2 durch Radialteilung einer Mutterinitiale, die früher den Ort von i/1 und i/2 eingenommen hat, muss nach den vorliegenden Untersuchungen aufgegeben werden. Diese Radialwand (zwischen i/1 und i/2) - und darauf ist besonders zu achten - verläuft nicht median, sie halbiert also die linke und die rechte Zelle nicht genau in gleiche Hälften, wie es beim Zerfall der Initialzelle durch eine Radialteilung sein müsste. Vielmehr ist die linke der Initialen i/1 schmäler als die rechte i/2.

Auch KLINKEN führt ein ähnliches Bild (Fig. 11) an und begleitet es mit den Worten (10, p. 25): "Im Cambium sieht man auf Querschnitten nicht allzu selten radiale Wände in den Initialen auftreten, welche man bisher auf Radialteilungen zurückzuführen pflegte. Diese Ansicht ist, wie wir wissen, eine irrige. Auf Querschnitten in Initialzellen auftretende Radialwände können somit verursacht sein durch schräg- bzw. vertikalgestellte Teilungswände".

Mit der Erklärung, dass der Querschnitt der Fig. 10 (entsprechend Fig. 11) an der punktierten Linie in Fig. 9 geführt sein kann, wobei a/1 im Querschnitt grösser sein muss als a/2, vermag ich mich einverstanden zu erklären. nicht aber mit der Behauptung, dass i/1 und i/2 in Fig. 10 nicht durch Radialteilungen entstanden sein könnten, weil die zwischen ihnen liegende Radialwand nicht median verläuft. Denn ich habe bei der Besprechung der Radialteilungen bereits darauf hingewiesen, dass die Cambiumzelle bei dieser Teilung nicht immer, ja überhaupt wohl nie, in zwei gleiche hälften zerlegt wird. Denken wir uns in Fig. 12 an der gestrichelten Linie einen Querschnitt angelegt, so entsteht dasselbe Bild wie von Fig. 9. Auch hier muss a/1 grösser sein als a/2, trotzdem die Ursache eine ganz andere ist.

Ein ähnliches Bild vom Querschnitt wie Fig. 10 und 11 gibt auch schon SANIO bei einem Querschnitt durch das Cambium von *Pinus silvestris*, wie ihn Fig. 13 zeigt, nur dass hier sich die Teilung schon auf die ganze Radialreihe erstreckt

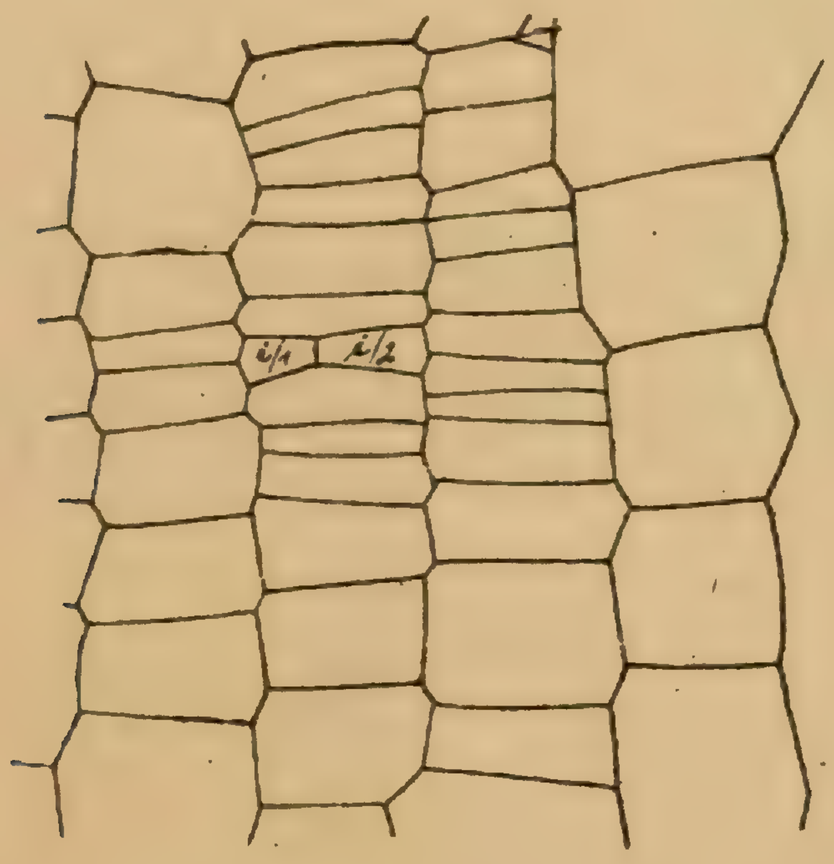


Fig. 10. Querschnitt des Cambiums von Tilia tomentosa, n. NEEFF.

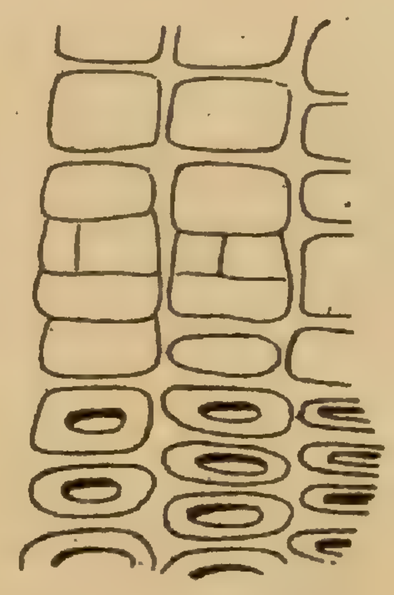


Fig. 11. Querschnitt des Cambiums von Taxus baccata nach KLINKEN.

hat. Aber nach meinen Ausführungen ist es durchaus erklärlich, dass diese Verdoppelung der Reihe durch Radialteilungen entstanden ist.

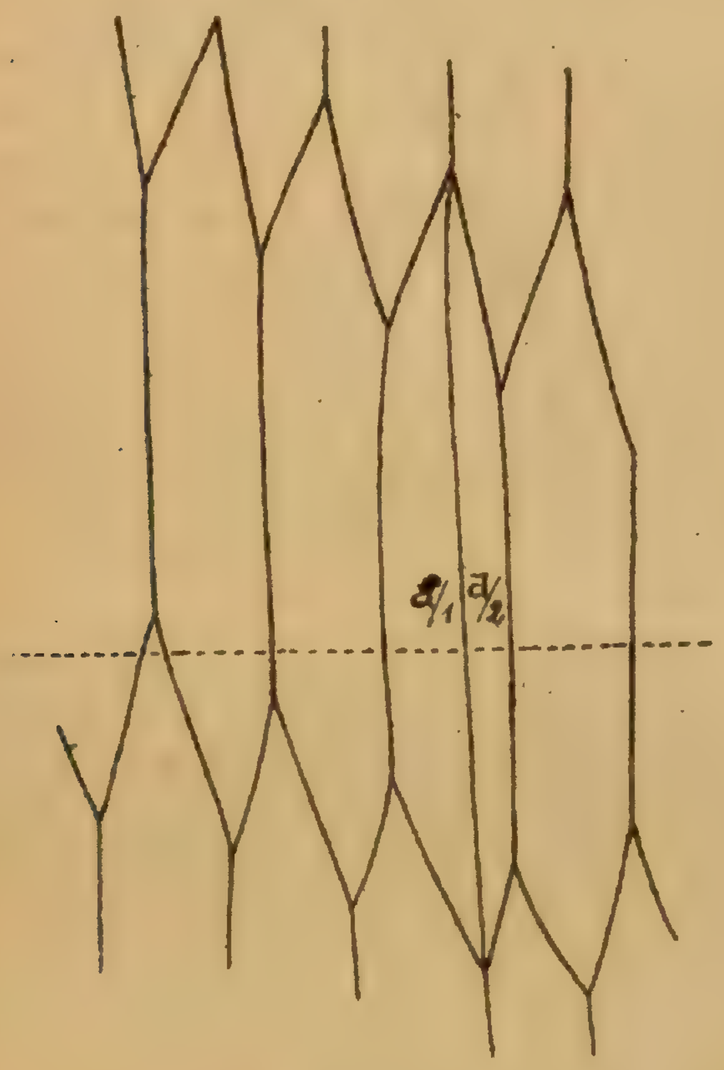


Fig. 12. Tangentialschnitt durch Cambium von Raphanus.

Fig. 13. Querschnitt durch Cambium von Pinus silvestris, nach SANIO.

Auch ein Bild, wie es Fig. 14 darstellt, und das NEEFF als Zwischenstufe von einem Stadium wie in Fig. 9 und Fig. 12 auffasst, ist kaum beweisend, da ebensogut anzunehmen ist, dass a/1 und a/2 durch radiale Längsteilung entstanden sind, dass aber der Schnitt nicht genau der Länge nach durch die beiden Zellen geht, sondern von der einen mehr, von der andern weniger getroffen hat.

Hiermit will ich die Besprechung der Fragen, wie sie sich aus Fig. 9, 10, 11, 13 und 14 ergeben, schliessen. Ich gebe zu, dass man nach diesen Abbildungen allein die Frage nach dem "Warum" verschieden beantworten kann. Aber auf jeden Fall ist der Schluss, den NEEFF aus seinen Betrachtungen zieht, dass Radialteilungen

Fig. 14. Tangentialschnitt durch Cambium von Tilia tomentosa. N. NEEFF.

im Cambium der Dikotylen durch gleitendes Längenwachstum ersetzt werden, nicht notwendig. Denn wir haben in diesem Abschnitt die unzeideutige Tatsache kennen gelernt, dass ausser den tangentialen und horizontalen Querteilungen auch Radialteilungen im Cambium der Dikotylen vorhanden sind. Sodann haben wir uns davon überzeugt, dass im Cambium der Dikotylen kein bedeutendes, sondern nur in Verbindung mit den horizontalen Querteilungen stehendes beschränktes Längenwachstum vorhanden ist.

Die Definition, wie ich sie auf Seite 128 vom Cambium (Dikotylen-) gab, vervollständigt sich durch die geschilderten Ergebnisse durch die Formel: Das Cambium (Dikotylen-) besteht aus einer Schicht meristematischer Zellen, die sich durch tangentiale und radiale Längs- und horizontale Querteilungen vermehren. In der Teilungsfähigkeit der Zellen besteht kein Unterschied untereinander. Beim Verlassen des Cambiumschicht verlieren dieselben ihren cambialen Charakter und differenzieren sich zu Holz- bzw. Bastzellen.

6. Markstrahlen.

Eigentlich Neues zu dem über die Markstrahlen, sowohl die primären als die sekundären, bereits bekannt ist, kann ich an Hand meiner Arbeit nicht hinzufügen. Doch möchte ich wenigstens auf die Bilder der Markstrahlen, wie sie uns Tafel IV, V und VI in den verschiedenen Flächenansichten zeigen, aufmerksam machen. Denn gerade bei *Raphanus* sind ja die Markstrahlen in ihrer Funktion als Reservestoffbehälter ganz besonders gut ausgebildet. Wir sehen z.B. auf Tafel VI neben den grossen, primären Markstrahlen das Entstehen der kleinen, sekundären Markstrahlen rechts oben. Dort können wir beobachten, wie sich an zwei Stellen - einmal direkt neben der Kreuzlinie und einmal mehrere Zellenlagen darüber - mehrere Cambiumzellen in verschiedener Weise geteilt haben und kurze Markstrahlzellen entstanden sind. Diesen Vorgang beschribt HABERLANDT (11) mit den Worten (p. 614, 615): "Die Anlegung neuer sekundärer Markstrahlen im cambialen Verdickungsring erfolgt in der Weise, dass je nach der Grösse des Markstrahles eine oder mehrere Cambiumzellen die entsprechende Anzahl von queren und schrägen Teilungen eingehen".

Sodann sehen wir auf Tafel V die Markstrahlen im Radialverlauf von oben und auf Tafel IV von der Seite und können sie verfolgen, wie sie durch das Cambium und das Rindengewebe einerseits und das Holzparenchym, das zugleich mit den Markstrahlen als Speichergewebe dient, andererseits ziehen.

Auch auf Fig. 3 und 4 auf Seite 118 ist die radiale Anordnung der Markstrahlen auf horizontalem Querschnitt von *Raphanus* im Gesamtbild zu sehen.

7. Grössenverhältnisse der Cambiumzellen und ihrer Kerne. Anzahl der Chromosomen.

Wenig bekannt scheinen die Grössenverhältnisse der Cambiumzellen zu sein. Die einzige mir bekannte Angabe ist von SCHOUTE (6), wo er bei *Cordyline rubra* (p.32) als Längenmass der Cambiumzelle 100 - 200 μ angibt. FITTING (12. Aufl., p. 100) schreibt nur: "Die Länge der Cambiumzellen ist je nach der Pflanzenart verschieden". Wie aus meinen Ausführungen über die horizontalen Querteilungen zu schliessen ist, ist es mit Schwierigkeiten verknüpft, ein genaues Mass zu finden, das die Normallänge bei den einzelnen Arten angibt. Denn wie es ganz selbstverständlich ist, muss der Unterschied sich geltend machen, ob die Zellen vor, während oder nach der horizontalen Querteilung gemessen werden. Die Möglichkeit, ein Normalmass zu finden, bestände in dem Falle, dass man die Zellen z.B. misst, wenn sie gerade in horizontaler Querteilung begriffen sind. Ein auf diese Weise gefundenes Mass würde die Maximallänge der Cambiumzelle darstellen. Dabei besteht aber die Schwierigkeit, dass ich nicht bei allen von mir untersuchten Pflanzen Querteilungen finden konnte. Andererseits kann man annehmen, dass eine Zelle, die sich tangential teilt, ungefähr die Normalgrösse besitzt. Unter der Normalgrösse verstehe ich die Grösse einer ausgewachsenen Zelle, sowohl was Länge als auch was Breite und Tiefe anbelangt. Nun könnte allerdings bei Tangentialteilungen die Tiefe (von der Tangente aus gedacht) nicht als normal inbetracht kommen, da, wie wir sahen, die Zelle auch bei dieser Teilung sich zuvor nach der Teilungsrichtung häufig ausdehnt. Diese Ausdehnung in die Tiefe ist hier jedoch ohnedies von keiner Bedeutung, da das Bestimmen dieses Masses wegen seiner Kleinheit und Schwierigkeit aussichtslos ist. Ich habe also, wo es möglich war, solche Zellen zur Bestimmung der Länge und Breite genommen, die sich tangential teilten. In anderen Fällen habe ich das am häufigsten vorkommende Längenmass als normal genommen. Die Bestimmung der Breite war weniger schwierig aus dem Grunde, weil man dazu die ganzen Radialreihen als deutliche Anhaltspunkte hatte.
Bei diesen Untersuchungen ergeben sich folgende Resultate:

Name d. Pflanze.	Länge in μ	Breite in μ	Bei horiz. Querteilung Länge in μ
Phaseolus multiflorus	90	30	130
Oenothera biennis	140	15	
Asarum europaeum	140		
Phytolacca decandra	120	15	
Raphanus sativus	80	10	
Sambucus nigra	70	17	
Aesculus Hippocastanum	50	15	

Wir sehen also hier ein Bild sehr variabler Cambiumgrössen, wie es uns Angehörige sehr verschiedener Familien zeigen, entsprechend den Angaben von FITTING. Man kann auch die Frage aufwerfen, ob nicht im Körper ein und derselben Pflanze unter normalen Zellen Grössenunterschiede bestehen. Wenn man nämlich überlegt, dass die älteren Internodien länger sind als die jüngeren - bei *Sambucus* z.B. stehen etwa 30 cm lange Internodienstücke solchen gegenüber, die nur wenige cm, ja mm gross sind -, so könnte man sich denken, dass in den langen Stücken die Zellen grösser sein könnten und müssten als in den kürzeren. Zur Klärung dieser Frage stellte ich an Cambiumzellen (auf Radialschnitten) verschieden grosser Internodien vergleichende Messungen an und fand bei einem:

4	cm	langen	Internodium	eine	Zellänge	von	76 µ
7,5	"	"	"	"	"	"	68 µ
11	"	"	"	"	"	"	64 µ
27,5	"	"	"	"	"	"	64 µ

Demnach wäre das Ergebnis gerade das Gegenteil der Annahme. Aber auch eine Erklärung dieser Eigenart ist leicht zu finden. Es lässt sich nämlich leicht einsehen, dass die Zellen eines bezüglich der Länge ausgewachsenen Internodiums allmählig, was die Zellteilungen zur Längenausdehnung anbelangt, in ein gewisses Ruhestadium eingetreten sind, dass sie also eine normale Dauergrösse besitzen. Je jünger und kürzer ein Internodium ist, umso mehr haben seine Zellen das Bestreben, sich in die Länge zu strecken und sich häufig quer zu teilen, damit jones möglichst rasch wachse. Von diesem Gesichtspunkt aus lassen sich diese auffallenden Beobachtungen verstehen.

Ebensowenig wie über die Grösse der Cambiumzellen scheint auch über die Grösse und Form der Kerne bekannt zu sein.

Von den Coniferen findet sich bei SANIO eine Angabe über den Cambium-Zellkern von *Pinus silvestris*. Sie lautet (1, p. 73): "Der Zellkern nimmt die Mitte der Zelle ein und füllt im Cambium den schmalen radialen Durchmesser der Zelle ganz aus. Seiner Form nach ist er langgestreckt, die längere Axe der Faserrichtung gleichlaufend; die Zahl der Kernkörperchen ist 3 - 4, aber auch mehr".

Diese Verhältnisse treffen bei den Dikotylen nicht in allem zu, wie schon die Tafeln I - IV zeigen, sondern wir sehen dort und auf Fig. 15, dass die Breite des Kernes nicht der Breite der Zelle gleich ist. Es füllt also der Kern den schmalen Durchmesser der Zelle nicht ganz aus. Das Bestreben des Zellkerns, möglichst die Mitte der Zelle einzunehmen, trifft auch hier zu. Doch die Form des Kernes ist nicht stets die nämliche. Zwar ist sie meistenteils entsprechend der Längsform der Zellen auch langgestreckt, doch es kommen auch rundliche Formen vor.

Was uns bei Fig. 15 a am meisten auffällt, ist die der Längsaxe der ruhenden Kerne entgegengesetzte Richtung der Spindelaxe des in Teilung befindlichen Kerns.

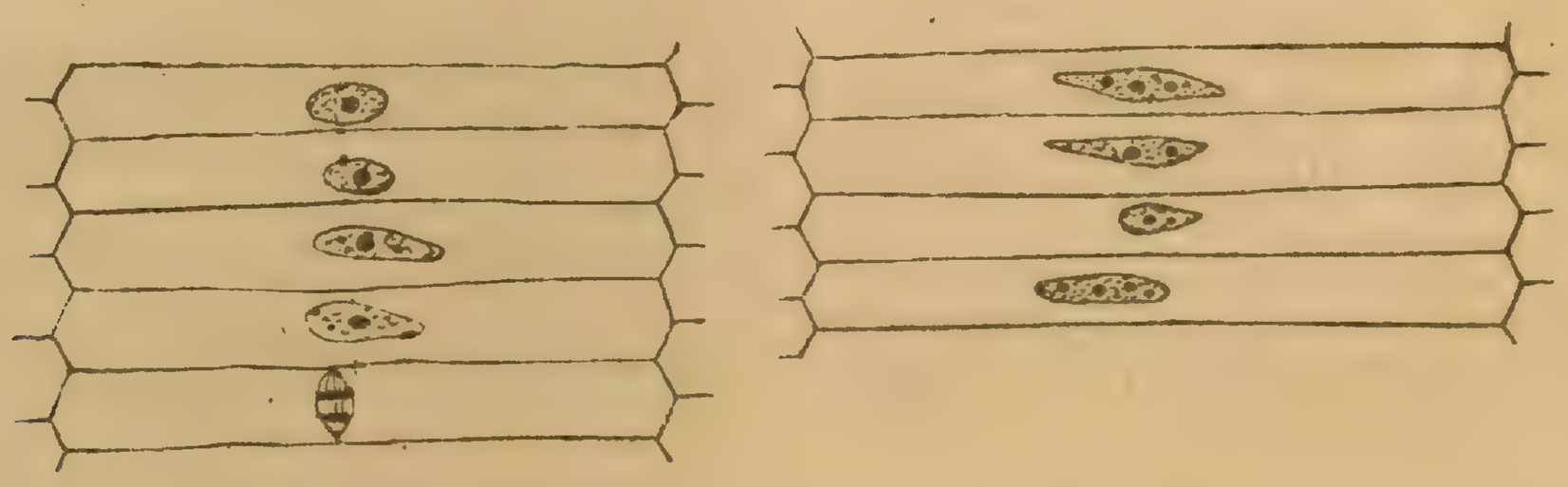


Fig. 15. Form der Zellkerne im Cambium.
a. bei Raphanus. b. bei Asarum.

Denn in der Regel legt sich die Axe der Kernspindel in der Längsrichtung des Kernes und der Zelle an. Hier sehen wir das Gegenteil. Was die rundliche Form der Kerne anbelangt, so könnte man annehmen, dass diese Form den Übergang darstellt vom ruhenden nromalen Kern zu dem Kern, der sich zur Längsteilung anschickt. Denn es ist auffallend, dass bei *Asarum* (Fig. 15 b), wo keine Teilungen zu finden waren, die meisten länglichen Kerne sind, während bei *Raphanus* sowie den andern Dikotylen mit starkem Wachstum und häufigen Teilungen rundliche Formen ziemlich häufig waren.

Die Zahl der Kernkörperchen ist nicht bei allen Pflanzen dieselbe. Am häufigsten habe ich, wie die Tabelle auf Seite 144 zeigt, ein Kernkörperchen gefunden; doch es kommen auch mehrere vor. Die Tabelle zeigt auch, dass die Länge der Kerne, abgesehen von den eben angeführten Variationen, nach der Pflanzenart verschieden ist, und man kann annehmen, dass sie proportional der länge der Zelle ist.

Name der Pflanze.	Länge der Kerne in μ	Zahl der Kernkörperchen
Raphanus	9 - 15	1
Aesculus	5 - 10	1
Phytolacca	7,5 - 12,5	1
Phaseolus	7 - 11	1
Sambucus	7 - 9	3 - 4
Asarum	10 - 22,5	3 - 4

Die Zahl der Chromosomen beträgt nach meinen Beobachtungen:

bei *Phytolacca decandra*..... 18
" *Raphanus sativus* 16
" *Phaseolus multiflorus*..... 12
" *Sambucus nigra*[1] 18
" *Oenothera biennis*[2]..... 7.

D. SCHLUSS.

Im Verlauf meiner Ausführungen habe ich die gewonnenen Ergebnisse auf die Dikotylen allgemein übertragen. Ich glaube, dass die Richtigkeit dieser Folgerung ausser Zweifel steht, da ich meine Beobachtungen an Vertretern der verschiedensten Familien machte: *Phytolaccaceae, Cruciferae, Leguminosae, Hippocastanaceae* und *Caprifoliaceae*. Auch sowohl an holzigen wie an krautigen Gewächsen. Den Grund dafür, dass ich radiale Längsteilungen nur bei *Raphanus* gefunden habe, gab ich bereits an. Er liegt einzig und allein darin, dass *Raphanus* infolge seines grossen Umfangs, der die Folge seines kräftugen Dickenwachstums ist, und seiner Weichheit sich zu Tangentialschnitten gut eignet. Andere Dikotylen mit denselben Eigenschaften müssten dieselben Ergebnisse bringen.

Wie ich über die Coniferen denke, habe ich bereits anfangs erklärt. Ich sagte dort, dass ich an einen Unterschied zwischen "Coniferentypus" und "Dikotylentypus" nicht glaube. Das Cambium der Coniferen wird wohl, da es im wesentlichen genau so beschaffen ist, ebenso arbeiten wie das Cambium der Dikotylen. Die über dieses gegebene Definition kann demnach auch für das Coniferen-Cambium anwendbar und giltig sein. Sache spezieller Untersuchungen wäre es, Kernteilungen auch bei den Coniferen durch direkte Beobachtung nachzuweisen.

Es bliebe wohl nun noch übrig zu sehen, wie es mit dem Cambium und dessen Vermehrung bei den Monokotylen sich verhält. Bekanntlich bezeichnet man als einen systematischen Unterschied zwischen Monokotylen und Dikotylen die Erscheinung, dass bei den ersteren das Fascicular- und Interfascicularcambium fehlt. Dies ist richtig, wenn man dabei ein nach zwei Seiten tätiges Cambium im Auge hat. Denn bei den bekannten Ausnahmen, wo sekundäres Dickenwachstum vorkommt, bildet sich aus dem Cambium hauptsächlich nur nach innen ein Gewebe, in dem einzelne Leitbündel entstehen und das zum Teil zu Parenchym wird, dessen Zellwände sich stark verdicken und verholzen.

Ein weiterer Unterschied von Monokotylen und Dikotylen besteht in der Beschaffenheit des Cambiums selbst. Wie auch HABERLANDT (11, p. 641) bemerkt, sind die Elemente des meristematischen Verdickungsringes der Monokotylen nicht als eigentliche Cambiumzellen anzusprechen. Denn sie besitzen nicht die prosenchymatisch zugespitzte Form, und ihre Höhe übertrifft die Breite um das 2 - 4-fache.

Als Vertreter der Monkokotylen mit sekundärem Dickenwachstum kommen bekanntlich nur einige Liliifloren inbetracht (*Dracaena, Cordyline, Yucca, Aloe, Aletris*) und einzelne Knollen der Dioscoreaceen.

Diese Methode des Dickenwachstums scheint bei ihnen sekundär entstanden zu sein, wie ja auch einige Dikotylen (*Mesembrianthemum, Nyctaginaceae, Chenopodi-*

1) Bereits bestimmt von LAGERBERG 1909, BOENIKE 1911. - 2) Bereits bestimmt von GATES 1909, DAVIS 1910.

aceae, Amarantus) zeigen, allerdings erst, nachdem sich ein primäres Bündel gebildet hat.

Dagegen finden sich auch bei einigen Monokotylen (*Zea, Orchideen*) Andeutungen eines echten Cambiums zwischen Xylem und Phloem und SUESSENGUTH benützt diese Erscheinung, um seine Ansicht zu unterstützen, dass die Monokotylen für Abkömmlinge der Dikotylen angesehen werden. Denn das Cambium, das bei letzteren allgemein ausgebildet ist, soll bei den Monokotylen sich immer mehr reduziert haben und grösstenteils verloren gegangen sein.

Doch uns beschäftigt vor allem die Frage, ob Kernteilungen im Cambium der Monokotylen beobachtet worden sind, und welcher Art diese sind. SCHOUTE spricht nur von tangentialen Teilungen. Den Kernteilungsvorgang hat er nicht beobachtet. Mehr bietet uns SUESSENGUTH. Er erwähnt an einer Stelle "Reihenanordnung mit radial gerichteten Kernspindeln" in den Bündeln von *Dioscorea sinuata*. An einer andern Stelle spricht er von radialen Teilungen. Dass er aber jedesmal die gleichen Vorgänge meint, geht aus seinen in Fig. 16 wiedergegebenen Zeichnungen und einigen andern

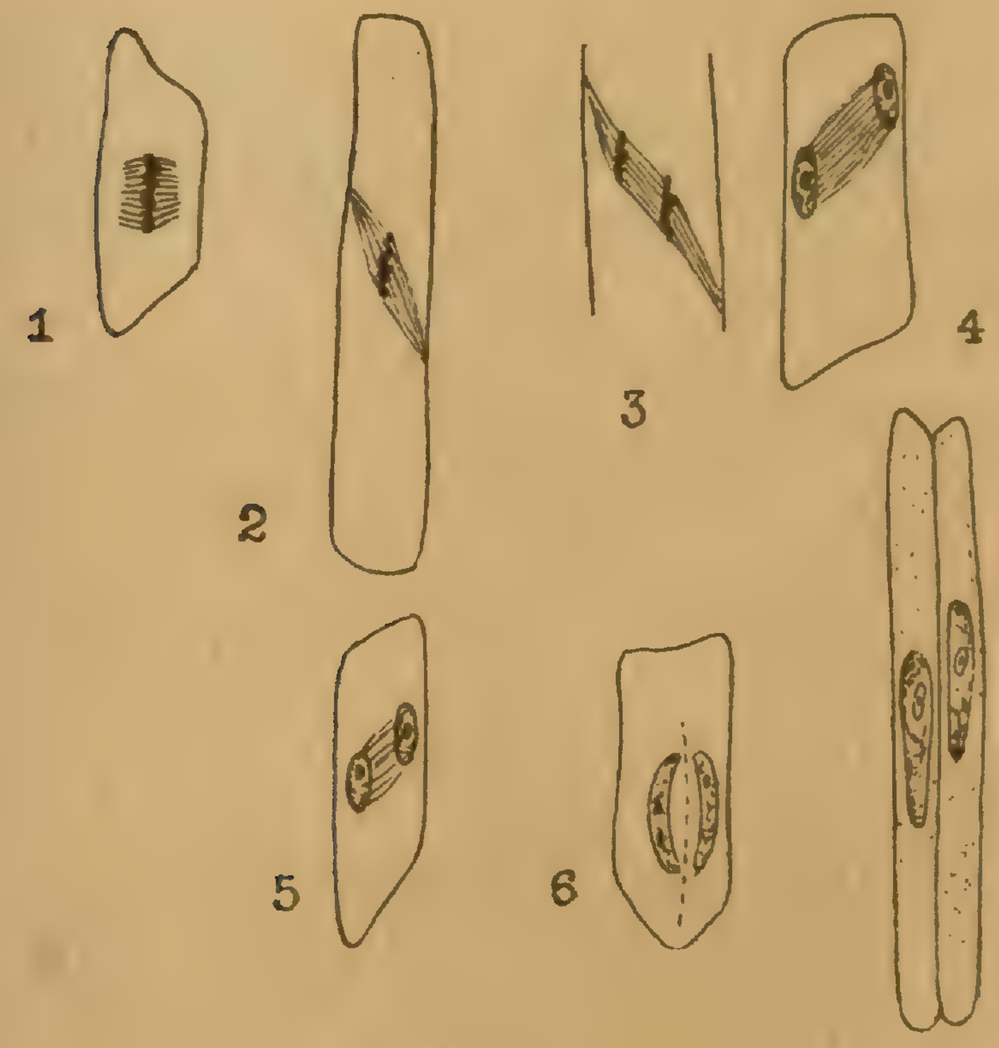


Fig. 16. Kernteilungsfiguren aus dem Cambium der Monokotylen. Nach SUESSENGUTH.

Fig. 17. Schräg gestellte Spindelaxe in einer Cambiumzelle von Sambucus nigra.

Abbildungen (14, p. 58) deutlich hervor. Nach unsern Begriffen müsste diese Teilung "tangentiale Längsteilung" genannt werden. Zur Erklärung der Figuren 1 - 4 in unserer Figur 16 schreibt er (p. 59): "In den radialen Teilungen der Cambiumzellen von *Dioscorea sinuata* steht die Spindelaxe in der Mehrzahl der Fälle senkrecht zur Zellenlängsaxe. Sie ist, soweit sie überhaupt deutlich hervortritt, ungewöhnlich breit und hat die Form eines beiderseits abgestutzten Doppelkegels. Im andern Fall aber bildet sie sich diagonal schief aus - in Annäherung an die Norm des Zusammenfalls mit der Protoplasma-Längsaxe -, die Kernplatte selbst aber liegt parallel zu den Längswänden der Mutterzelle. Die Wandrichtung hängt also nicht von der Lage der Spindel ab, sondern folgt dem Gesetz der senkrechten Schneidung unabhängig. Figur 5 - 7 der Abb. 16 gibt SUESSENGUTH an als "ganz ähnliche Bilder wie bei *Dioscorea*". Er erhielt sie aus der "cambialen Zone" von *Zea Mays*-Keimlingen. Wir haben also hier in der Kern- und Zellteilungsweise ganz dieselben Vethältnisse, wie ich sie bei den Dikotylen gefunden habe, denn auch solche schräg gestellte Spindelaxen habe ich im Cambium von *Sambucus nigra* als Tangentialteilung gefunden. Ich habe diesen allerdings bei den Dikotylen höchst seltenangetroffenen Vorgang auf Fig.

17 wiedergegeben.

Von horizontalen Quer- und Längsteilungen (nach meiner Benennung) ist auch bei SUESSENGUTH an keiner Stelle etwas zu lesen. Wir müssen uns also mit seinen tangentialen Längskernteilungsfunden bei den Monokotylen zufrieden geben und die genaue Ermittelung dieser Vorgänge hier wie bei den Cruciferen weiteren Spezialuntersuchungen überlassen, die ich leider nicht mehr selbst ausführen konnte.

E. KURZE ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE.

1. Tangentiale Längsteilungen kommen im Cambium der Dikotylen gleich häufig in allen Zellen vor, sind also nicht an eine bestimmte Zellenlage gebunden. Die Auffassung, dass im Cambium bzw. in der Mitte des Cambiums sich eine Initiale befinde, die allein teilungsfähig sei, oder doch wenigstens alle übrigen Cambiumzellen an Teilungsfähigkeit übertreffe, ist also nicht haltbar. Das Cambium besteht vielmehr aus einer Schicht meristematischer Zellen mit gleicher Teilungsfähigkeit.

2. Die horizontalen Querteilungen im Cambium dienen seiner Längenausdehnung, nicht der Erweiterung seines Mantels. Dabei teilt sich in der Regel nicht eine Zelle für sich allein, sondern es teilen sich in einem kurzen Zeitraum alle Zellen eines Stockwerks, um den stockwerkartigen Aufbau beizubehalten.

3. Die Vergrösserung des Cambiumringes geschieht durch Radialteilungen. Diese werden nicht ersetzt durch horizontale Querteilungen mit darauf folgendem gleitendem Längenwachstum. Dieses selbst kommt nur in beschränktem Masse vor beim Heranwachsen der durch eine horizontale Querwand geteilten Zellen zur eigentlichen Form der Cambiumzelle.

4. Intracambiales Weitenwachstum ist nicht vorhanden. Extracambiales Längen- u. Weitenwachstum kommt vor, und es kann dadurch die Radialanordnung bis zur Unkenntlichkeit gestört werden.

5. Ein Unterschied zwischen "Dikotylentypus" und "Coniferentypus" scheint nicht begründet.

LITERATUR.

(1) SANIO, Anatomie der gemeinen Kiefer, in Pringsh. Jahrb. IX, 1874. - (2) KRABBE, Das gleitende Wachstum, in Abh. Akad. Berl. 1886. - (3) MISCHKE, Beobachtungen ü. d. Dickenwachstum d. Coniferen in Bot. Zentralbl. XLIV, 1890. - (4) RAATZ, Die Stabbildungen im sekund. Holzkörper der Bäume u. d. Initialentherie, in Pringsh. Jahrb. XXIII, 1892. - (5) JOST, Über einige Eigentümlichkeiten des Cambiums der Bäume, Bot. Ztg. Heft 1, 1901. - (6) SCHOUTE. Über Zellteilungvorgänge im Cambium, Verh. Akad. Amsterd. 1902. - (7) Strasburger, Lehrbuch, 9 - 15. Aufl. 1908 - 1921. - (8) ROTHERT, Das Gewebe d. Pflanzen, in Handw. d. Naturw. IV, 1913. - (9) KLEIN, Forstbotanik, 1913. - (10) KLINKEN, Über d. gleitende Wachstum der Initialen im Cambium d. Coniferen etc. Bibl. Bot. Heft 84, 1914. - (11) HABERLANDT, Physiol. Pflanzenanat. 5. Aufl. 1918. - (12) VOECHTING, Unters. z. experiment. Anatomie u. Pathologie des Pflanzenkörpers II, 1918. - (13) NEEFF, Über die Umlagerung der Cambiumzellen beim Dickenwachstum der Dikotylen, Zeitschr. f. Bot. XII (1919). - (14) SUESSENGUTH, Beitr. zur Frage des systematischen Anschlusses der Monokotylen, Beih. bot. Zentralbl. XXXVIII, Abt. 2, Heft 1 (1919) 1920. - Leider kam ich infolge der Kriegs- bzw. Nach-Kriegsverhältnisse erst nach Beendigung dieser Arbeit in den Besitz der bemerkenswerten Schriften von Prof. BAILEY an der Harvard-Universität.

ERKLÄRUNG DER TAFELN.

Tafel I (Seite 120). Die verschiedenen Stadien der tangentialen Längsteilung im Cambium der Dikotylen. Fig. 1, 4, 5 von *Phaseolus multiflorus*, Fig. 2, 3 von *Aesculus Hippocastanum*.

Tafel III (Seite 129). - Horizontale Querteilung der Cambiumzellen der Dikotylen in den verschiedenen Stadien, und zwar: Fig. 1 - 4 auf radialem Längsschnitt von

Phaseolus, Fig. 5 - 7 auf tangentialem Längsschnitt von *Raphanus sativus*.
Tafel VII (Seite 137). - Die verschiedenen Stadien der radialen Längsteilung im Cambium der Dikotylen von *Raphanus sativus*.
Tafel II (Seite 126). - Schnitte aus dem Cambium der Dikotylen zur Erläuterung d. Cambialfunktion und zum Beweis gegen die Initialentheorie. Fig. 1 radialer Längsschnitt von *Sambucus nigra*; 2 und 3 radialer Längsschnitt von *Phytolacca decandra*, 4, 5, 7 und 8 radialer Längsschnitt von *Raphanus sativus*; Fig. 6 horizontaler Längsschnitt von *Raphanus sativus*.
Tafel IV (Seite 133). - Radialer Längsschnitt durch *Raphanus sativus* mit Cambium Schicht (C), einem Markstrahl (M) und dem Stück eines Gefässes (G). Stockwerkartiger Aufbau.
Tafel V (Seite 134). - Horizontaler Querschnitt von *Raphanus sativus* mit deutlicher Radialanordnung. Rechts und links je eine Zellreihe angrenzender Markstrahlen, die durch das Cambium C ziehen. Tr = Tracheen.
Tafel VI (Seite 136). - Tangentialer Längsschnitt durch das Cambium von *Raphanus sativus* mit quer getroffenen Markstrahlen. Die mit Kreuzen dargestellte Linie zeigt den Verlauf einer Längsreihe.

Diese Arbeit wurde ausgeführt im Botanischen Institut der Universität Frankfurt a. M. unter Leitung von Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. M. MOEBIUS.

Histologische Untersuchungen an den Stämmchen von Lagenocarpus Dracaenula Pfeiff. und an den Knollstöcken anderer Sclerieen.

Von H. PFEIFFER (Bremen).

I. C. SCHOUTE (1912, p. 195) hat gezeigt, dass das sekundäre Dickenwachstum gewisser Palmen gewissermassen als ein auch nach Beendigung des Längenwachstums andauerndes primäres Zuwachsvermögen betrachtet werden kann, indem beide Wachstumsweisen tatsächlich aneinander anschliessen. Bei beiden ist die Vergrösserung der schon vorhandenen Zellen das Hauptmoment zur Charakterisierung des Vorganges. Dass dennoch nach mikroskopischen Querschnittsbildern grosse Unterschiede zwischen dem primären Zustand und dem nach sekundärem Wachstum vorhander sind, ist nur darauf zurückzuführen, dass beim primären Dickenwachstum alle Zellen des Querschnitts etwa gleichmässig wachsen, sodass allein eine Vergrösserung, nicht auch eine Veränderung in der Form der Zellen und ihres Netzes eintritt, während die Ausbildung der starren Teile nach beendigtem Längenwachstum die Ursache bildet, dass sekundäres Dickenwachstum nur unter gewissen Formveränderungen stattfinden kann (vergl. darüber PFEIFFER 1923). Durch die Auffassung, dass das sekundäre Dickenwachstum sich als eine V e r l ä n g e r u n g d e s p r i m ä r e n über die gewöhnliche Dauer hinaus darstellt, wird der geringe systematische Wert des anomalen Dickenzuwachses begreiflich. Schon mehrfach wurde von verschiedenen Autoren gezeigt, dass es in d e m s e l b e n Stamme u n t e n zu sekundärem Dickenwachstum, o b e n hingegen nicht zu solchem kommen kann, nämlich in dem Fall, dass die mechanischen Bedürfnisse der Pflanze unten ein stärkeres Wachstum bedingen solten. Sonach wundert es nicht allzu sehr, bei den in der Überschrift angeführten Cyperaceen anomale Dickenzuwachs-Erscheinungen zu finden. Nachdem ausser von den baum-

förmigen Liliifloren und zahlreichen staudenwüchsigen Gattungen dieser Gruppe[1]), von Amaryllidaceen [2]), Dioscoreaceen [3]), Iridaceen [4]) und Scheuchzeriaceen (Juncaginaceen) [5]) und Taccaceen [6]) bekannt geworden ist, ist der Erweis für Cyperaceen von immerhin gleich erheblichem Interesse. Sohin sollen die Neubildungen von Gefässbündeln in den Stämmchen einer Scleriee (im weiteren Sinne, siehe PFEIFFER in FEDDE, Repert., im Druck) von baumartigem Habitus und diejenigen in den Knollenstöcken anderer Gattungen derselben Gruppe behandelt werden.

I. TEIL. APPOSITION SEKUNDÄRER BÜNDEL IN DEN STÄMMCHEN VON LAGENOCARPUS DRACAENULA PFEIFF. (CEPHALOCARPUS SPEC. NEES, CRYPTANGIUM SPEC. BOECK)

Nur von der Untersuchung des g e s a m t e n Stämmchens in Querschnitten konnte ein eindeutiges Ergebnis erwartet werden. Darum wurde eine Pflanze in eine Reihe von Scheibchen zerlegt, um so ausser Längsschnitten verschiedener Partien vor allem Querschnitte aus unterschiedlichen Entfernungen vom Vegetationspunkt zu gewinnen. Zuerst seien einige der erhaltenen Querschnitte verglichen. In einem solchen aus 3 mm Entfernung vom Vegetationspunkt sind alle Gewebe noch weich und saftig. Von dem Gesamtdurchmesser (5 mm) des Querschnittes entfallen annähernd 4 mm auf den Centralzylinder. In den mittleren Teilen desselben ist der seitliche Abstand der Gefässbündel grösser als in der Peripherie. Alle sklerenchymatischen Elemente der innern Partie des Centralzylinders, und zwar ausser den Belegen der Gefässbündel auch die wenigen isolierten Stränge, sind unverdickt. Die Zellen des Grundparenchyms sind ziemlich abgerundet und mit fast verschwindend kleinen Interzellularen versehen. Die enger benachbarten Gefässbündel an der Peripherie des Zentralzylinders sind bedeutend grossräumiger. Wenn grössere Bündel in ihrer Nachbarschaft liegen, haben wir in ihnen Gefässbündel zu sehen, die aus dem Innern des Zentralzylinders stammen und aufwärts streben. Die vielen kleineren Bündel dagegen erkennen wir als die reduzierten unteren Gefässbündelenden, die hier an andere Bündel anschliessen. Danach müssen wir die mittelgrossen Bündel als solche auffassen, die hier eine ziemlich regelmässig peripherische Bahn durchlaufen. Das äussere Grundparenchym ist erheblich kleinerzellig. Hier etwa auftretende sklerenchymatische Elemente sind noch unverdickt, wiewohl die Belege der äusseren Gefässbündel erheblich breiter sind als die der innern. Die Ausbildung der Gefässe ist erheblich fortgeschritten.

Ein zweiter Querschnitt aus 2,5 cm Entfernung vom Vegetationspunkt ist von nur wenig grösserem Durchmesser (6,5 mm), wovon der Zentralzylinder fast 4,5 mm im Durchmesser misst. Die in der Mitte gelegenen Parenchymzellen haben annähernd ein doppelt so grosses Lumen erreicht. Etwas weniger haben die an die Gefässbündel grenzenden Sklerenchymfasern an Durchmesser zugenommen. Die hier festgestellten Tatsachen beweisen die Möglichkeit, dass der Stamm primär durch Vergrösserung der zuvor vorhandenen Zellen den grösseren Durchmesser erreichte. Die Sklerenchymfasern der Belege zeigen bereits die Anfänge einer Verdickung, und in den isolierten Strängen des Sklerenchyms ist dieser Vorgang schon eingetreten. An manchen Stellen lassen sich im Grundparenchym des Pericykels im Anschluss an äussere, ältere Gefässbündel ganz unfertige jüngere auffinden. Die radiale Verteilung der Grundgewebe-Zellen im Parenchym erlaubt den Schluss, dass hier Teilungen stattgefunden haben, die vielleicht zu Neubildungsherden der bezeichneten Bündel den Anlass boten.

Interessant sind die Veränderungen, die im Querschnitt aus 8 cm Entfernung vom Vegetationspunkt auftreten. Hier beträgt der Durchmesser ca 8 mm, wovon über 6 mm auf den Zentralzylinder zu rechnen sind. Die Zahl der Gefässbündel an seiner Peripherie hat gegen den vorigen Querschnitt stark zugenommen. Im Grundgewebe treten Zellen von kreisförmigem Querschnitt gegen die von elliptischer Gestalt stark zurück. Die Interzellularen sind von recht verschiedener Grösse, teilweise ziemlich weit. Die Skerenchymfasern haben keine neuerliche Erweiterung erfahren.

---

1) Vergl. AF KLERCKER, HAUSEN, LINDINGER, PFEIFFER (1923) u. a. - 2) Siehe FALKENBERG (p. 48), LINDINGER (p. 243) etc. - 3) QUEVA (1894). - 4) LINDINGER (l.c.) - 5) Beachte HILL!. - 6) QUEVA (1893 u. 1894).

Ihre Verdickung ist wenigstens auf der einen Seite der Bündel vollendet, zwar teilweise nicht so weit fortgeschritten, aber an den älteren Gefässbündeln allseitig abgeschlossen. Wie beim vorigen Querschnitt sind auch hier in Bildung begriffene und bereits ausgebildete neue Gefässbündel anzutreffen, die wiederum peripherisch anschliessen. Die peripherisch gelegenen Grundgewebe-Zellen weisen radial ziemlich den gleichen Durchmesser auf, sind aber in tangentialer Richtung stark gestreckt.

In etwa 10 cm Entfernung vom Vegetationspunkt ist der Durchmesser des Querschnittes ein wenig geringer geworden, misst er doch nur knapp 7,2 mm. Auffallend ist eine geringe Verminderung in der Zahl der Gefässbündel, wodurch sich hier im Stämmchen ein ähnlicher Bau zeigt, wie ihn STRASBURGER (1906, p. 593 und vorher) von der Palme *Washingtonia spicifolia* beschrieb (vergl. auch Fig. 6 a Taf. III aus der Mitte und 6 b aus der Peripherie des dort geschilderten Querschnittes!). - Die Frage, wie eine geringere Zahl von Gefässbündeln in den unteren Stammteilen deren eine grössere Zahl höher anschliessender bzw. in die Blätter übertretender zu versorgen vermag, mag wundernehmen. Indessen hat STRASBURGER (1891, p. 358 f.) festgestellt, dass bei *Zea mays* die ausgewachsenen Blätter noch wachsender Halme von ganz unfertigen Internodien getragen werden, in deren Xylem nur erst die Primanen ausgebildet sind. Trotz solcher Reduktion genügen die Wasserleitungsbahnen ihrer Aufgabe. (Vergl. auch v. HÖHNEL, über den Gang des Wassergehaltes und der Transpiration bei der Entwickelung des Blattes, Sep.-Abdr. aus WOLLNY, Forschungen a. d. Geb. d. Agriculturphys. I, Heft 4, p. 8!). - Eine ähnliche, bedeutende Reduktion der Gefässbündel, bevor sie sich an ihrem unteren Ende mit andern Bündeln vereinigen, stellte STRASBURGER (l.c. p. 383) auch für *Cocos flexuosa* sicher. Ob freilich daraus zu entnehmen ist, "dass die Wasserbahnen in ihrem erweiterten Teile nicht allein der Leitung dienen, sondern auch als Wasserbehälter fungieren" (l.c. p. 383 und 1906, p. 594), bleibe dahingestellt. Es sei hinzugefügt, dass in dem untersuchten Querschnitt die Verdickung des Sklerenchyms in den Bündelbelegen nahezu abgeschlossen oder fast vollendet ist. Weder sie, noch die Zellen des Grundgewebes zeigen ein weiteres Lumen als in dem vorigen Querschnitt.

Es hat sich somit gezeigt, auch ohne dass weitere der untersuchten Querschnitte besprochen werden, dass das Stämmchen seine nicht unerhebliche Dicke ohne stärkeren Einfluss sekundären Zuwachses erreicht hat. Auch sonst ergibt sich bei allen Querschnitten durchaus der M a n g e l e i n e s C a m b i u m r i n g e s im Perizykel und dementsprechend eines sekundären Dickenzuwachses nach Art von *Dracaena* und ihren Verwandten. Dagegen sind eng umgrenzte Appositionsherde als sekundäre Bildungen im Perizykel wahrscheinlich. Sie mögen ausser zur Anlage neuer Gefässbündel zur Vermehrung der Zellen des Grundgewebes und zur Bildung von Sklerenchymfasern führen. Ganz wie bei *Washingtonia* nur dort eine Neubildung im Perizykel sich einstellt, wo ihr Auftreten durch lokales Bedürfnis veranlasst wird (STRASBURGER 1906, p. 696), so ist dies Verhalten auch bei *Lagenocarpus Dracaenula* festzustellen. Wie bei jener Pflanze scheint auch bei dieser Cyperacee nur die Bildung n e u e r V e r b i n d u n g e n z w i s c h e n s c h o n v o r h a n d e n e n W a s s e r b a h n e n , nicht aber die völlig neuer Leitungssysteme erstrebt zu sein. Auch die kräftigste Ausbildung bleibt völlig lokal beschränkt, sodass man in den sekundären Veränderungen keinen wichtigen Faktor bei den Dickenzuwachs-Vorgängen sehen darf. Die Zahl mit Xylem und Phloem ausgestatteter Gefässbündel bleibt beschränkt. Vorwiegend entstehen durch die sekundären Wachstumsvorgänge nur von Sklerenchym umschlossene Xylemstränge aus einem oder wenigen Gefässen und Vasalparenchym. Während die untersuchten Stämmchen von *Lagenocarpum* in diesen Punkten der von STRASBURGER untersuchten Palme ähneln, unterscheiden sie sich durch viel grössere Regelmässigkeit in der Anordnung der Perizykelzellen zu radialen Reihen. Wie bei *Dracaena* und Verwandten scheinen sich also auch hier die Teilungen noch eine Weile fortzusetzen, bis die Zellen durch Verholzung die Möglichkeit verlieren, Aussehen und Lagerung zu verändern. Sehen wir mit SCHOUTE (1902, p. 56) die Bedeutung der sekundären Gewebe in nachträglicher Vermehrung der Leistungsfähigkeit bereits ausgewachsener Organe in der Richtung auf eine bestimmte Funktion, s o f i n d e t t a t s ä c h l i c h e i n s e k u n d ä r e s W a c h s t u m s t a t t, freilich ohne dass die Dicken-

zunahme dadurch wesentlich vergrössert würde. Die Frage, ob die beobachteten sekundären Veränderungen zeitlich begrenzt seien oder nicht, ist an einem Exemplar nicht mit völliger Sicherheit zu lösen. Fertig ausgebildete Teile des Stämmchens, in denen die Verdickungen abgeschlossen sind, werden kaum noch nachträglich an Dicke zunehmen können. Im Gegensatz zu STRASBURGER (1906, p. 606) sehe ich aber keinen Grund, warum in der Theorie von einem gewissen Zeitpunkte der Entwickelung an die Dickenzunahme und die Neubildung von Bündeln abgeschlossen sein soll. Durch die radiale Anordnung der aus sekundärem Meristem gebildeten Zellen ist es übrigens allein möglich, den **primären Zentralzylinder einigermassen scharf abzugrenzen**. Indem die Teilungen im Primärmeristem keine deutlichen radialen Zellreihen zur Folge haben, weil jede Zelle nur wenige Teilungen erfährt und die entstandenen Zellen sich bald abrunden, ist die Grenze des primären Zentralzylinders da anzunehmen, wo die Radialstellung der Gewebeelemente beginnt (vergl. HAUSMANN, p. 66 f.).

Die Rinde bis zu recht erheblicher Höhe des Stämmchens wird von **Adventivwurzeln** durchsetzt, die ihren Ursprung aus dem Perizykel nehmen (s. unten). Sie umlagern in 4 - 6 Schichten das Stämmchen und besitzen, soweit sie unter dem Schutz der Blattbasen verlaufen wie die der von ENGLER und KRAUSE (1911, p. 101) untersuchten baumartigen Cyperacee *Schoenodendron* ein sehr zartwandiges äusseres Rindengewebe aus hauptsächlich radial gestreckten Zellen und darunter eine mehrere Lagen dicke stereomatische Schicht. Durch ein Grundgewebe aus dünnwandigen, verschiedenlumigen Zellen ist diese von dem Zentralzylinder getrennt. Die Endodermis besteht aus auffallend grossen, dickwandigen Zellen. Über besondere Einzelheiten, vor allem im Vergleich zu *Schoenodendron*, *Fintelmannia*, *Mapania*, *Barbacenia* und *Paepalanthus* siehe ENGLER und KRAUSE (l.c. p. 10 - 14). Das Metaphloem tritt nicht in isolierten Strängen auf, sondern nur mit dem Protophloem zu einem grösseren Siebteil vereinigt. Das Metaxylem ist gewöhnlich sehr reichlich vorhanden und an Raum meist umfangreicher als die Protobündel. (Nähere Angaben über die Metabündel der Pflanzen vergl. VAN TIEGHEM p. 684 und BONNIER & LECLERC DU SABLON p. 363 f.) Neubildungen fehlen, abgesehen von solchen Fällen, in denen pericambiogene Seitenwurzeln auftreten (vergl. HAUSMANN, p. 51). Da bei *Lagenocarpus Dracaenula* wie wohl bei den meisten Monokotylen mit permanentem Dickenwachstum im Stamme solches der Wurzel abgeht, so entsteht die Frage, in welcher Zellschicht der Wurzel sich das Meristem des Stammes fortsetzt. Auch MANGIN hält dafür das Pericambium (vergl. indessen seine Abbildungen dazu!) und CORDEMOY (p. 60) führt an, "que dans la tige les cloissonnements tangentiels indiquant la première ébauche du méristème secondaire apparaissent dans la couche qui se continue directement avec le péricycle de la racine"; leider bringt er keine Zeichnung dazu. Im einzelnen denke ich mir die Entstehung der Adventivwurzeln ähnlich, wie sie HAUSMANN (p. 53 - 59) von *Nolina* beschrieb, habe freilich keine besonderen Untersuchungen darüber angestellt.

II. TEIL. SEKUNDÄRER DICKENZUWACHS IN DEN KNOLLSTÖCKEN EINIGER SCLERIEEN.

Nicht wenige Cyperaceen bilden entweder echte Wurzel- oder Stammknollen oder sind durch napellus-artige Verdickungen der Halmbasis ausgezeichnet. Am allgemeinsten bekannt ist diese Erscheinung von *Cyperus articulatus L.*, *C. esculentus L.*, *C. rotundus L.* und andern zum Teil Wurzelgemüse liefernden Arten der Gattung. Soweit ich das verfolgen kann, geht die erste anatomische Erwähnung zurück auf LINKs bekanntes Tafelwerk. In der Beschreibung zu Taf. V, Fig. 9, einer Abbildung des Knollstocks von *Cyperus aureus*, der vor kurzem aus dem Keime erwachsen war, sagt er: "Er besteht aus Parenchym, aus dem Spiralgefässe in gerader Linie nach dem Würzelchen fortgehen. (- Wie aus der Abbildung selbst ersichtlich, ist damit die Abzweigung eines Leitbündels in eine Nebenwurzel gemeint; durch den Schnitt ist nur die Partie des Xylems getroffen.-) Andere Spiralgefässe bilden Ringe und verschiedene Bogen, woraus Blätter werden". (Darunter versteht LINK die durch den Schnitt horizontal getroffenen konzentrischen Leitbündel und die Übergangsformen mit halbmondförmigem Xylem.) Auf Tafel IX fig. 6 findet sich ausserdem ein kon-

zentrisches Leitbündel aus dem Knollstock von *Papyrus antiquorum* (*Cyperus Papyrus L.*). In der Beschreibung spricht der Verfasser nur über die verschiedene Färbung der Gefässe (in der Mitte ungefärbt, an der Peripherie braun). Weitere Angaben über die Knollstöcke der Cyperaceen sind äusserst spärlich und stark zerstreut. Erwähnt sei noch, dass SEIGNETTE von *Cyperus esculentus* "die stammbürtigen Knollen, die nur geringe oder gar keine sekundäre Bildungen zeigen" beschreibt. Die Knollbildung soll auf bedeutende Entwickelung des Markes und zum Teil der Rinde zurückzuführen sein; Gefässe und Fasern findet er wenig entwickelt. Bei manchen Sclerieen wachsen die Knollstöcke ebenfalls oft zu ganz gewaltigen Dimensionen heran. Somit versprechen sie für das Studium ihres Dickenzuwachses besonders interessante Ergebnisse, sind aber meines Wissens trotzdem noch nicht untersucht.

Benützt wurde das zitierte Herbarmaterial von nachstehenden Arten, für dessen Überlassung den Museen in München, Bremen und Stockholm Dank gebührt:

1. *Lagenocarpus polyphyllus (Bcklr.) Pfeiff.*: Alle Exemplare P. DUSENs, sowie GLAZIOU nr. 5458!, MARTIUS s. nr.!
2. *Lagenocarpus rigidus Nees*: POHL s. nr.!, MARTIUS s. nr.!, GLAZIOU nr. 13308!
3. *Scleria porphyrrhiza C. Wright*: Pl. Cub. Wrightianae nr. 3801!

Die knollige Verdickung am Grunde des oberirdischen Stengels ist bei *L. polyphyllus* am schwächsten, und ihre die sklerotisierten Rindenschichten bedeckende mehrreihige Korkschicht liegt nackt. Die Knollstöcke von *L. rigidus* fallen durch ihre Mächtigkeit (mehrere cm im Durchmesser) und durch die Überreste zahlreicher, meist zerfaserter Blattbasen auf. Die äusseren Rindenschichten sind ganz ähnlich gebaut. Im Durchmesser zwischen beiden halten ungefähr die Mitte die Knollstöcke von *Sc. porphyrrhiza*, die durch die Bekleidung eine entfernte Ähnlichkeit mit manchen Dioscoreaceen (z.B. *Testudinaria*) zeigen. Die äusseren Schichten aller untersuchten Knollstöcke entsprechen völlig denen der Rhizome der Cyperaceen, über die wohl am gründlichsten ROTHERT (p. 51 - 57) abhandelte. Während indessen in den Rhizomen wohl der meisten Cyperaceen entweder gar kein sekundäres Dickenwachstum auftritt, oder nur ein früh-sekundäres, das bereits beendet ist, wenn der Halm aus den umhüllenden Scheiden frei hervortritt, finden wir in den Knollstöcken auch spätsekundären Dickenzuwachs, dessen Ablauf aber offenbar nicht ganz einheitlich ist.

Bei *L. polyphyllus* trägt die Perizykelschicht nur wenig zum Dickenwachstum der Knollstöcke bei. Die Verdickung geht vielmehr auf Kosten des im Zentralzylinder u. in der Rinde stark entwickelten G r u n d p a r e n c h y m s vor sich. Trotzdem b i l d e t d e r P e r i z y k e l m e h r e r e k l e i n e G e f ä s s b ü n d e l , die ihm ziemlich unregelmässig anliegen und die Stränge der Seitenwurzeln mit jenen des Wurzel- bzw. des Stammstockes verbinden. Soweit ähneln die Bildungen denen von CARANO untersuchter Hypoxidaceen. Sie unterscheiden sich aber schon dadurch sofort, dass die Gefässbündel meist allein von Tracheiden aufgebaut werden. In jedem Fibrovasalstrang differenzieren sich zunächst nur das Xylembündel und ein angrenzender Bogen von Sklerenchymfasern, deren Randzone noch längere Zeit dünnwandig bleibt. Allmählig werden wie in den Stämmchen von *L. Dracaenula* die Wände aller Fasern, von dem Zentrum ausgehend, nach ihrem Auswachsen verdickt. An ganz jungen Pflänzchen fehlt noch die Knollstockverdickung, und der Vegetationspunkt des Hauptstengels befindet sich noch auf dem oberen Ende der hypokotylen Axe. Im Stadium mit den ersten Blättern findet sich am Grunde eines derselben eine leichte Anschwellung als erstes Anzeichen für die Entstehung des Knollstockes. Obgleich die weitere Entwickelung bislang nicht hat verfolgt werden können, halte ich die Ähnlichkeiten doch für so auffalland, dass ich auf einen gleichen Entwickelungsgang wie bei der von QUEVA (1893) studierten *Tacca quinquefida* schliessen möchte.

Für die deskriptive Anatomie ist bemerkenswert, dass unter der sklerotisierten Rindenschicht, die durch Sprengung oft Unterbrechungen erleidet, ein aus rundlichen Zellen bestehendes Rindenparenchym liegt, in dem zerstreut S e k r e t z e l l e n eingebettet sind, und dass auch das übrige Grundgewebe reich an Sekretbehältern ist. Da von *L. polyphyllus* immerhin eine gewisse Menge Material zur Verfügung stand, wurde versucht, den B ü n d e l v e r l a u f teils auf Querschnitten,

teils durch Präparation an mazerierten und tingierten Objekten festzustellen.Das Mazerations- und Färbungsgemisch wurde aus 2 vol. Schwefelsäure, 1 vl. Wasser u. etwas Fuchsinlösung hergestellt. Die Blattspuren treten von aussen in zwei Reihen, einer äusseren halbmondförmigen und einer inneren bogenförmigen, in den Knollstock ein, durchziehen ihn und führen, nachdem sie sich kurz dem Zentralzylinder genähert haben, in diesen durch die Maschenlücken eines Fibrovasalnetzes. Dort gelangen sie im weiteren Verlauf in die Nähe der Axe des Zentralzylinders und verschmelzen dann sämtlich mit Leitsträngen von konzentrischem Bau. Bemerkenswerte Besonderheiten hat der Strangverlauf also offenbar nicht.

Von *L. rigidus* stand nur ausgewachsenes Material zur Verfügung, sodass manches nach Analogie erschlossen werden musste. Offenbar findet beim Dickenwachstum eine Vergrösserung der vorhandenen Teile und sicher auch eine reichliche Zellteilung des Parenchyms statt. Die Fibrovasal- und zum Teil auch die isolierten Sklerenchymstränge bilden sich schon bald nach beendigtem Längenwachstum völlig aus. Die äussersten Schichten bilden also einen festen Mantel, der bei *L. rigidus* nach meinen Beobachtungen trotz dem enormen Durchmesser des Knollstockes nirgends gesprengt wird. Im Zusammenhang damit muss die Rinde hier wie bei gewissen Palmen hauptsächlich passiv wachsen, d.h. sich nur in tangentialer Richtung dehnen. An lokal begrenzten Stellen mag sie aber wie bei den Vergleichspflanzen ein wenig auch in tangentialer Richtung durch Zellteilungen zu wachsen vermögen. Bei den erwähnten beiden Arten entspricht der Dickenzuwachs ganz dem von QUEVA (1894) beschriebenen Typus von *Dioscorea Kit* . Unterschiedlich ist freilich das gleichzeitige Vorkommen von konzentrischen Leitungsbahnen.

Dem Typus *Helmia* hingegen nähert sich die Entstehung des Knollstockes bei *Sc. porphyrrhiza*, weshalb ich auf die gründliche Schilderung QUEVAs verweisen kann. Nur einige der interessantesten Einzelheiten seien angeführt. Schreitet man von den jüngeren Teilen nach den älteren, verdickten fort, so findet man, dass sich der ursprünglich kompakte Holzkörper vom Zentrum her aufzuteilen beginnt. Das Mark, anfangs mit dicken, verholzten Wänden, wird durch weniger verdickte Zellelemente verdrängt. Der Holzkörper, vorher an der Peripherie glatt, wird dadurch buchtig, dass **Keile sekundären Rindenparenchyms gegen ihn vordringen.** Mit fortgesetzter Differenzierung wächst das Markgewebe durch Zellteilung rasch heran, und die Parenchymkeile gelangen bis in die Nähe des Zentrums, sodass Bruchteile des primären Holzkörpers zu selbständigen Komplexen werden. Das Zentrum jedes Komplexes nehmen entweder ein einziges, oder kleinere Gruppen von nebeneinander gelagerten oder durch sklerotisierte Grundgewebezellen zusammenhängenden Gefässbündeln ein. Natürlich folgt das Cambium diesen Veränderungen, wird fraktioniert, setzt aber seine Tätigkeit fort und führt so im ausgewachsenen Zustande zu einem Bau, der äusserlich dem **einer Wurzelverwachsung ähnelt.**

Über die **physiologischen Ursachen** der Knollstockbildung ist nichts bekannt. Soweit ersichtlich, scheint es sich bei den von mir untersuchten Arten um vererbte Eigentümlichkeiten oder systematische Merkmale zu handeln. Ich folgere das auch daraus, dass mir trotz eingehendem Studium der ganzen Gruppe (vergl. in FEDDEs Repert. XVIII, p. 72 - 93) kein Exemplar bekannt geworden ist, dem im ausgewachsenen Zustande dieser Charakter mangelte. Immerhin sei erwähnt, dass nach BUCHENAU (p. 75) bei *Juncus*-Arten knollige Verdickungen am Halmgrund vom Standort abhängig sein sollen, indem sie besonders den Exemplaren von "wärmeren, sandigen Stellen" eigentümlich sind. Weder für *Juncus*, noch für *Poa bulbosa*, die sich nach GOEBEL (p. 226) entsprechend verhalten soll, ist bekannt, ob dort die Verdickungen auf Hemmungen des Längenwachstums zurückzuführen sind, oder ob sie der Wasserspeicherung dienen.

ANGEFÜHRTE LITERATUR.

BONNIER et LECLERC DU SABLON, 1905, Cours de Botanique, Phanerogames. - BUCHENAU, 1891, Über Knollen- u. Zwiebelbildung, in Flora LXXIV, p. 71 - 82. - CARANO, 1905, Alcune osservazioni sulla morfologia delle Hypoxidaceae, Ann. di Bot. II, p. 285 -

295, 1 Taf. - CORDEMOY, Recherches sur les Monocotylédones à accroissement secondaire, Thèse Paris. - ENGLER u. KRAUSE, 1911, Über den anat. Bau d. baumart. Cyperacee *Schoenodendron Bücheri Engl.* aus Kamerun, Sep.-Abdr. Abh. Pr. Akad. Berl. - FALKENBERG, 1876, Vergl. Unters. Bau d, Vegetationsorg. Monokotyled. Stuttgart. - GOEBEL, 1898, Organographie d. Pfl. Bd. I, Jena. - HAUSEN, 1901, Über Morphol. u. Anat. d. Aloineen, Sep.-Abdr. Verh. bot. Ver. Brandenb. XLII, 1900. - HAUSMANN, 1908, Anat. Unter. an *Nolina recurvata Hemsl.* Beih. Bot. Zentralbl. XXIII, 2. Abt. , 43 - 80, und 14 Textfig. - HILL, 1900, The structure and developpement of *Triglochin maritima*, Sep.-Abdr. aus Ann. of Bot. XIV. - KLERKER, 1883, Recherches sur la structure anat. de l'*Aphyllanthes monspeliensis L.*, Meddel. f. Stockh. Hoegsk. nr. 5, Bih. Sv. Akad. Handl. VIII, nr. 6. - LIMPRICHT, 1902, Beitrag z. Kenntnis der Taccaceen, Diss. Breslau. - LINDINGER, 1909, die Struktur von *Aloe dichotoma L.* mit anschliessenden allgem. Betracht., Beih. Bot. Zentralbl. XXIV, 1. Abt., 211 - 253, Taf. VII - X. - LINK, 1837 - 42, Icones anat. -bot. Berol. - MANGIN, 1888, Origine et insertion des racines adventives, Sep.-Abdr. aus Ann. sc. nat. Bot. 6. ser. XIV. - PFEIFFER, 1922, Die Kriterien z. Diagnostizier. anomal. Dickenzuw. bei Monokot. Ber. D. bot. Ges. XL (im Druck). - PFEIFFER, 1923, Beitr. z. Kenntnis d. anomal. Dickenzuw. b. Liliac., Mez, Archiv III, p. 129 - 134. - QUEVA, 1893, Le tubercule de *Tacca pinnatifida Forst.* Compt. rend. Paris CXVI. - QUEVA, 1894, Rech. s. l'anat. de l'appareil végétat. des Taccacées et des Dioscorées, Lille 457 Seiten, 18 Tafeln, 702 Fig. - ROTHERT, 1885, Vergl. anat. Unter. ü. d. Differenz. im prim. Bau d. Steng. u. Rhiz., Dorpat, 132 Seiten. - SCHOUTE, 1902, Über Zellteilungsvorg. in Canbium, Verh. Akad. Amsterd. 2. sekt. IX, nr.4. - SCHOUTE, 1903, Die Stammesbildung d. Monokotylen, in Flora XCII, p. 32 - 48, Taf. IV. - SCHOUTE, 1912, Über d. Dickenwachst. d. Palmen, ann. Jard. Buitenz. XXVI, p. 1 - 209, 15 Tafeln. - SCOTT, and BREBNER, 1893, On the second. tissues in certain Monokot. Ann. of Bot. VII, p. 21 - 62, Taf. III - V. - SEIGNETTE, 1889, Rech. s. les tubercules, Rev. gén. Bot. I, p. 415 seq., Tafel XIX - XXII. - STRASBURGER, 1891, über d. Bau u. d. Verr. d. Leitungsbahnen (Histol. Beitr.), Jena. - STRASBURGER, 1906, Über d. Verdickungsw. d. Stämme v. Palmen u. Schraubenb. in Pringsh. Jahrb. XLIII, p. 580 - 628, Taf. III - V. - VAN TIEGHEM, 1891, Traité de bot., 2. éd. Vol. I.

MITTEILUNG DES HERAUSGEBERS.

Die Zahl der Bezieher des Botanischen Archivs ist in so erfreulicher Weise gestiegen, dass unsere Zeitschrift nun als gesichert betrachtet werden kann. Auch die eingehenden Manuskripte liegen so reichlich vor, dass mit dem ganz regelmässigen Erscheinen des Archivs zu rechnen ist. Für die Drucklegung eingesandter Arbeiten muss mit einem gewisser Aufschub gerechnet werden, wenn nicht weitere Erweiterungen des Umfangs eintreten sollen. Verleger wie Herausgeber sind sich zwar dessen bewusst, dass die wichtige und schöne Aufgabe unserer Zeitschrift, die sehr grosse Publikationsnot zu bekämpfen, allen anderen Erwägungen vorangehen muss. Aber die Folgen der mit dem IV. Bande eingetretenen Vergrösserung lassen sich noch nicht übersehen und es ist schliesslich uns nicht zu verargen, wenn wir die sehr grossen Opfer, die wir andauernd für die Wissenschaft bringen, nicht in's ungewisse und ungemessene hinein vermehren wollen. Tritt kein Rückschlag ein, so soll das Archiv in den kommenden Jahren weiter vergrössert werden, damit wirklich alles, was der Veröffentlichung wert ist, seinen Weg in die Welt finde.

Ueber Regeneration und Verzweigung der Rhizome einiger Asparagoideen, insbesondere von Paris quadrifolius.

Von M. SCHWARZ (Kiel).

EINLEITUNG.

Unter Regeneration versteht man das Vermögen der Organismen, verloren gegangene Teile aus der Wundfläche oder ihrer Umgebung wieder herzustellen oder durch Ausbildung neuer Organe an anderer Stelle zu ersetzen.

So überraschend solche Erscheinungen in der Tierwelt - z.B. die Neubildung einer verlorenen Extremität bei einem Lurchechs - für den Laien häufig sind, so selbstverständlich pflegt man ähnliche Vorgänge in der Pflanzenwelt aufzunehmen. Die Neubildung der Kronen bei Weiden, Pappeln oder Linden fällt als alltäglich keinem auf; der Grund liegt wohl darin, dass jede Pflanze wächst, d.h. Neubildungen erzeugt, solange sie lebt, im Gegensatz zu den Tieren, deren Wachstum in einer verhältnismässig frühen Lebensperiode abgeschlossen ist.

Der Ersatz verloren gegangener Teile findet bei Pflanzen gewöhnlich durch Austreiben mehr oder weniger latenter Vegetationspunkte statt und nur äusserst selten durch Neubildungen aus der Wundfläche oder deren Nähe. Dieses Verhalten hat dazu geführt, den Begriff "Regeneration" bei der Pflanze anders zu fassen als im Tierreichund ihn zu zerlegen. So sagt PFEFFER (1) in seiner Pflanzenphysiologie: "Sofern dieser Ersatz durch Neubildungen, Auswachsen von Anlagen u.s.w. zustande kommt, pflegt man von Reproduktion zu reden, während eine Regeneration dann vorliegt, wenn von einem Organe der hinweggenommene Teil selbsttätig wieder hergestellt wird". Da aber zwischen Regeneration und Reproduktion im PFEFFERschen Sinne keine scharfe Grenze zu ziehen ist, ist es üblich geworden, unter Regeneration alle Erscheinungen, welche zur Ergänzung oder Wiederherstellung eines Pflanzenkörpers nach einer Verletzung führen, zu verstehen, ohne Rücksicht darauf, wie sie zustande kommt, während "Reproduktion" und "Restitution" nur für besondere Vorgänge im Sinne ihrer Autoren gebraucht werden. In der vorliegenden Arbeit soll dem entsprechend Regeneration für die Gesamtheit der Erscheinungen und Reproduktion im PFEFFERschen Sinne gebraucht werden.

Für die praktische Pflanzenzucht der Gärtnereien spielen die Regenerationsvorgänge eine ausserordentlich grosse Rolle. Die gesamte Stecklingsvermehrung beruht darauf. In Anbetracht dessen liegen noch nicht viel wissenschaftliche Untersuchungen über diesen Gegenstand vor. Die meisten Versuche und zusammenfassenden Arbeiten stammen von GOEBEL. Von ihm stammt auch folgende Zusammenfassung der Ergebnisse, die zugleich Richtlinien enthält für alle Regenerations-Untersuchungen und aus diesem Grund hier angeführt werden soll(2): "Bei Regenerations-Erscheinungen handelt es sich um eine Entfaltung schlummernder (latenter) Anlagen. Sie lassen sich deshalb nicht scharf trennen von den Fällen, in welchen die Entfaltung normal a n g e l e g t e r Organe durch äussere und innere Reize veranlasst wird, mit andern Worten, die Regeneration ist bedingt durch "Korrelation".

Bei verletzten Pflenzen wird der entfernte Teil neu gebildet (restituiert) im allgemeinen nur bei embryonalem Gewebe. Bei Pflanzenteilen, die in den Dauerzustand übergegangen sind, wirkt die Abtrennung und Verletzung dahin, dass ein Teil der Zellen wieder in den embryonalen Zustand übergeht und dadurch zu Neubildungen befähigt wird. E s r e a g i e r t a l s o a u c h h i e r n u r d a s "K e i m p l a s m a" ebenso wie im ersten Fall, nur nicht direkt, sondern indirekt, weil es in den Dauerzellen sozusagen im inkrustierten Zustand vorhanden ist. Keimpflanzen sind in manchen Fällen durch ein besonderes Regenerationsvermögen ausgezeichnet.

Da bei den Pflanzen also gewöhnlich abgetrennte Teile nicht neugebildet werden (ein Spross z.B., der die Blätter verliert, entwickelt nicht neue Blätter,

sondern neue blattbildende Sprosse), so spielt bei ihnen eine besondere Rolle die Anordnung der neu gebildeten oder zur Weiterentwickelung veranlassten Teile. Sie hängt nur in untergeodneter Weise ab von der Einwirkung äusserer Faktoren. Im wesentlichen ist sie bedingt durch die Struktur des betreffenden Pflanzenteils, namentlich durch die Bahnen, in welchen sich die Bildungsstoffe in denselben bewegen und durch den Wundreiz.

Die Qualität der Neubildungen ist abhängig von dem Zustand, in welchem sich die ganze Pflanze befand zu der Zeit, wo die zur Regeneration führende Verletzung stattfand".

Alle neueren Unterscuhungen bestätigen diese Sätze und auch für die vorliegende Arbeit waren sie massgebend für die Fragestellung.

Regenerationsversuche an Rhizomen scheinen bisher nicht gemacht zu sein, jedenfalls fand ich in der Literatur nur eine Angabe von GOEBEL (3) über *Iris Pseudacorus* vor. Untersuchungen anderer Art von Herrn Prof. SCHROEDER am Rhizom von *Paris qaudrifolius* gaben Anlass zu der Frage und ich erhielt die Aufgabe, Regenerationsversuche an einigen Rhizomen auszuführen, insbesondere *Paris* dabei zu berücksichtigen, da in der Literatur gerade über diese Pflanze einschlägige Fragen noch verschieden beantwortet werden.

Nicht trennen liess sich, wie sich bald herausstellte, von der Ersatzbildung die Frage nach der Verzweigung von Rhizomen, und so wurde auch diese, soweit nötig, mit behandelt. Da das Rhizom von *Paris*, wenigstens der Literautr nach, recht selten Verzweigungen bilden sollte, nahm ich *Polygonatum multiflorum* hinzu, das häufig solche trägt, und *Majanthemum bifolium*, dessen ausgewachsener Wurzelstock sich stets verzweigt.

I. PARIS QUADRIFOLIUS.

Sieht man die Literatur über *Paris quadrifolius* durch, so findet man darin Widersprüche in den Angaben über das Vorkommen und die Entstehung von Verzweigungen des Rhizoms.

K. SCHUMANN (4) sagt in seiner Arbeit über Spross- und Blütenentwickelung von *Paris* und *Trillium*: "Jeder meiner Fachgenossen, der *Paris quadrifolius* gesammelt hat, wird sicher die Beobachtung gemacht haben, dass er nur selten, vielleicht niemals, eine verzweigte Grundaxe aus der Erde genommen hat, selbst wenn er sie in der ganzen 20 - 25 cm und mehr messenden Länge herausgehoben hat".

Nicht mit dieser Angabe übereinstimmend heisst es (5) in der Lebensgeschichte der Pflanzen Mitteleuropas: "Da jedes Rhizomblatt eine Blütenknospe stützt, sollte man glauben, dass eine Verzweigung des Rhizoms ausgeschlossen wäre, und doch trifft man nicht sehr selten verzweigte Rhizome an, wenn man eine grosse Anzahl Individuen untersucht".

Dem gegenüber spricht ALEXANDER BRAUN (6) in seiner Arbeit das Individuum der Pflanze etc. von einer vegetativen Vermehrung durch Verzweigung des Rhizoms, zeichnet auch eine Grundaxe mit einem Seitenzweig.

IRMISCH (7) schreibt: "In unsern thüringischen Waldungen habe ich von der Einbeere schon seit einer längeren Reihe von Jahren, wenn ich nur danach suchte, zahlreiche Keimpflanzen gefunden, und ihre Vermehrung durch Samen kann daher keineswegs als ungewöhnlich betrachtet werden". Daraus geht hervor, dass ihm vegetative Vermehrung - dafür kommt nur Verzweigung des Rhizoms infrage - selbstverständlich ist.

Von neueren Forschern betonen das durchaus nicht seltene Vorkommen von Verzweigungen P. STARCK (8) und H. SCHROEDER (9).

Da SCHUMANN in der oben zitierten Arbeit Seite 159 angibt, dass verletzte Rhizome Seitentriebe tragen, befasst sich der erste Fall der Arbeit mit Regenerationen an verwundeten Grundaxen von *Paris quadrifolius*. Um solche experimentell zu prüfen, wurden im Februar - April 1921 eine grössere Anzahl Rhizome gesammelt. Die Pflanzen fingen infolge der ungewöhnlich günstigen Witterung dieses Jahres bereits an zu treiben. Die Laubsprosse der nächsten Vegetationsperiode, die in der vorhergehenden schon angelegt worden, waren bereits auf eine Länge von 1 - 6 cm

vorgetrieben, die Rhizomknospen zeigten eine Länge von 1 - 3 mm.

Abbildung 1 gibt das Aussehen der Versuchspflanzen wieder.

Um die Beschreibung zu vereinfachen, bezeichne ich den diesjährigen Zuwachs des Rhizoms mit 0, den der vorjährigen Vegetationsperiode mit I etc. Mit arabischen Ziffern 0, 1, 2, 3 etc. deute ich die Ansatzstellen der Niederblätter des Rhizoms an, sodass I 1 die Narbe des jüngsten Niederblattes der vorjährigen Vegetationsperiode bedeutet.

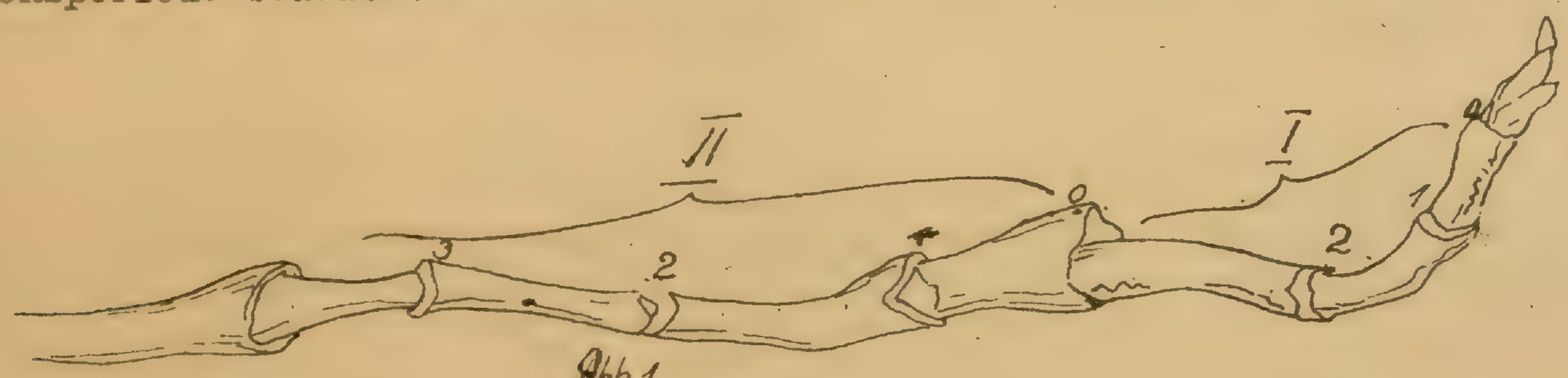


Abb. 1

Die Versuchspflanzen wurden in Holzkästen mit Gartenerde gesetzt und in einen nach Osten liegenden Halbkeller gebracht, wo sie nur morgens einige Stunden Sonne hatten.

Die Fragestellung war folgende: Wie regenerieren die Rhizome bei Verletzungen verschiedener Art? Damit war die Art der Versuche klar vorgezeichnet. Es wurden Rhizome verletzt und kultiviert. Folgende Zusammenstellung gibt eine Übersicht über den ersten Teil der Versuche.

Nr.	Dauer d. Versuchs	Beschreibung des Rhizoms	Art des Versuchs	Ergebnis
1.	23. II. bis 6. VII.	Kräftiges Rhizom m. 4 Jahresabschnitten, V kurz und schwach.	Entfernung der ganzen Rhizomknospe.	Laubspross vollständig entwickelt. An Stelle d. abgeschn. Rhizomknospe findet sich ein formloses Wundgewebe. Bei I.1. kräftiger, 2 cm langer Seitentrieb. An sämtlichen folgenden Niederblattnarben kleine 2 - 3 mm lange Knospen, nur an 3 nicht mehr.
2,	23. II. bis 6. VII.	Kurzes, stark bewurzeltes Rhizom.	Sprossknospe entfernt.	Rhizomknopse klein, aber normal ausgebildet. Verzweigungen n i c h t vorhanden. Keine Spur eines Ersatzes des Laubsprosses.
3.	23. II. bis 6. VII.	Rhizom mittelstark 10 cm lang, schwach bewurzelt.	Beide Knospen abgeschnitten.	Bei I. 1. kleiner Seitentrieb.

Nr.	Dauer d. Versuchs	Beschreibung des Rhizoms.	Art des Versuchs	Ergebnis
7.	17. III bis 6. VII.	Rhizom 19 cm lang, mittelstark, 4 Sprossnarben.	Rhizomknospe entfernt.	An der Amputationsstelle zeigt sich Kallusgewebe, von d. seitwärts ein 1 cm langer Seitenzweig ausgeht. Die nächsten 3 Niederblattnarben I.1, I,2 u. II.1 tragen 1-1,5 cm lange Seitentriebe. Auffällig sind d. Wülste am Grund der Seitenzweige bei I,1 u. I.2, deren Durchmesser das 2-3fache der aus ihnen hervorgehenden Seitenzweige beträgt.
8.	17.III bis 6.VII.	Rhizom 12 cm lang, mittelstark. Sprossknospe 2 cm lang.	Sprossnospe ganz entfernt, aber so, dass Rhizomknospe sicher unverletzt geblieben.	Rhizomknospe klein geblieben, etwa 1 cm lang. Keine Verzweigung. Keine Andeutung eines Erastzes des Laubsprosses.
19.	17.III bis 7.VII.	Rhizom 10 cm lang, mittelstark, stark bewurzelt. 2 Sprossnarben.	Rhizom senkrecht gepflanzt Spitze nach unten. Rhizomknospe entf.	Krümmungsversuch d. vorderen Teiles des Rhizoms. Seitentriebe bei I.1. und II.1, letzterer weiter entwickelt.
25.	17.III bis 7.VII.	Mittelstarkes Rhizom.	Zwischen I,1. u. I.2. zerschnitten. Vorderen Teil gepflanzt.	Laubsprosse 4 cm hoch. Rhizomknospe klein aber normal entwickelt.
12.	6. IV. bis 7. VII.	Mittelstarkes, schwach bewurzeltes Rhizom, 12 cm lang.	Rhizomknospe v. Niederblättern befreit, dann 3/4 entfernt.	An der Verwundungsstelle dicker Wulst von Kallusgewebe. Es scheint sich ein Seitentrieb zu bilden aus der stehengebliebenen Niederblattachsel der Knospe.

Aus den angegebenen Versuchen folgt, dass eine Regeneration im PFEFFERschen Sinne in keinem Falle erfolgt ist, weder beim Verlust der Spross- noch der Rhizomknospe. Auch die Versuche 7 - 12 müssen in diesem Sinne gedeutet werden, wie später erklärt werden wird, wenn es zunächst auch anders aussieht.

Dass die Laubspross-Knospe nicht regeneriert wird,liess sich auch im Freien an einer grossen Anzahl von Fällen beobachten. Der Laubspross ist ausserordentlich empfindlich, jede Knickung oder verhältnismässig geringfügige Verletzung d. Stengels führt sein Absterben herbei. Solange die jungen Sprosse noch in der Erde stecken, sind sie eine beliebte Nahrung von allerhand Wurzelfressern, an den oberirdischen Teilen habe ich allerdings nur zufällige Verletzungen gesehen, keine Frasstellen. In keinem dieser Fälle - es sind im ganzen über 30 beobachtet worden - liessen sich auch nur Andeutungen von Regeneration des Laubsprosses bemerken.

Diesem gleichen Verhalten von Laubspross und Rhizom hinsichtlich der Regeneration steht ungleiches bezüglich der Reproduktion gegenüber. Für den verloren gegangenen Laubspross wird in keiner Weise für Ersatz gesorgt. Ich muss hier wiederholen, was ich gelegentlich der Regeneration sagte. Weder bei einer der Versuchspflanzen noch bei einem der zahlreichen Fälle am natürlichen Standort liess sich auch nur eine Spur von Ersatz der Assimilationsorgane finden.

Man mag hier einwenden, dass vielleicht der Zeitpunkt für Neubildung eines Laubsprosses bei den Versuchen nicht der rechte sei, denn nach GOEBEL (3) hat "eine Reihe von Erfahrungen gelehrt, dass die Beschaffenheit des Regenerates abhängt von dem Zustand, in welchem sich die Pflanze zur Zeit der Regeneration befindet". Ich möchte dagegen den Zeitpunkt, an dem die Amputation vorgenommen wurde, als günstig bezeichnen. Günstig darum, weil die Vorbedingung für jede Regeneration, das Vorhandensein der Baustoffe für das Regenerat, sicher erfüllt ist, wenn man die Entfernung zu der bei den Versuchen angegebenen Zeit ausführt. Bei den im Freiland gefundenen Exemplaren konnte ich aus den Resten der Laubsprosse feststellen, dass die Verletzung zu den verschiedensten Zeiten stattgefunden hatte. Auch hier nirgends Ersatz.

Der Verlust der Assimilationsorgane führt nicht zum Tode. Er führt nur dazu, dass der Zuwachs des Jahres nicht so lang und kräftig wird wie bei normalen Individuen. Die Pflanze ist aber in allen Teilen wohl entwickelt, sodass sie im nächsten Frühjahr zweifellos einen neuen Laubspross über die Erde schicken wird. Ob die Pflanze den Verlust des Laubsprosses in zwei oder noch mehr aufeinander folgenden Vegetationsperioden erträgt, konnte ich noch nicht entscheiden. Selbstverständlich wird sie bei dauerndem Verlust schliesslich verhungern müssen.

In einem besondern Fall hatte ich auf Ersatz der abgeschnittenen Laubspross-Knospe gerechnet. Um das zu erklären, muss ich zunächst auf den Bau der Rhizomknospe näher eingehen. Ich zitiere die Beschreibung aus dem früher genannten Werk "Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas".

"Zu gleicher Zeit, wenn der Seitenspross im Frühjahr anfängt auszutreiben, beginnt die Endknospe des Rhizoms die drei nächsten Stengelglieder zu entwickeln, welche den Zuwachs dieses Jahres ausmachen. Bisweilen werden in jeder Wachstumsperiode zwei, bisweilen vier Internodien hervorgebracht, aber konstant ist, dass nur in derBlattachsel des letzten Stengelgliedes die Knospe steht, die im folgenden Jahr einen blühenden Seitenspross hervorbringt. Die Tatsache, dass jedes Jahr nur ein Blütenspross entwickelt wird, in Verbindung mit der Beobachtung, dass jedes Rhizomblatt eine Knospe stützt, in der man eine Blüte angelegt findet, hat zu der unrichtigen Auffassung Veranlassung gegeben, dass diese Blütenknospen ebensoviele Jahrgänge repräsentieren als Knospen vorhanden sind, also in der Regel 3, und dass die Blüten 3 Jahre vor ihrer Entfaltung angelegt werden".

Nach meinen Beobachtungen steht nun zwar nicht in jeder Achsel eines Rhizomblattes eine Knospe, wenigstens ist sie nicht überall ohne mikroskopische Untersuchung erkennbar, wohl aber trifft es für die Mehrzahl zu. Die Knospen entwickeln sich im günstigsten Fall bis zu einer Länge von 1 cm und Laub- und Blütenblattkreise sind deutlich erkennbar. Dann verkümmern diese Knospen und man sieht äusserlich keine Spur mehr von ihnen. Je nach den Witterungs- und Standortsverhältnissen findet man diese Knospen im Juni - Juli an dem Rhizom-Zuwachs. Fig. 2 zeigt den vorderen Teil einer Grundaxe in diesem Stadium.

Auf diese Beobachtung gründete ich meinen Versuch. Ich nahm Anfang Juli eini-

ge kräftige Rhizome und schnitt die bereits deutlich erkennbare Laubsprossknospe und Rhizomspitze ab. Der diesjährige Zuwachs der Grundaxe war bereits 6 cm lang, sodass die Operation ohne Verletzung der folgenden Niederblätter mit ihren Achselknospen sich vornehmen liess. Darauf kultivierte ich sie. Nach einem Monat nahm ich die Pflanze aus der Erde und sah nun, dass die Achselknospen der jüngsten Niederblätter sich wirklich entwickelt hatten, aber nicht zu Laubsprossknospen, sondern zu Rhizom-Seitentrieben.

Dies Ergebnis stimmt mit den Beobachtungen am natürlichen Standort überein.

Abb 2a
Die Niederblätter, die die Knospe umhüllen, sind entfernt.

2b

2c

Ich selbst habe, obwohl ich über 300 Exemplare aus der Erde nahm und von vornherein besonders auf Pflanzen achtete, bei denen die Stellung der Laubsprosse diesen Fall vermuten liess, keine einzige gefunden, die mehr als einen Laubspross trug, vorausgesetzt natürlich, dass keine Rhizomverästelung vorlag. Auch Herr Prof. SCHROEDER, der aufgrund seiner Arbeiten die letzten Jahre viele *Paris*-Pflanzen untersuchte, bestätigte mir das.

In dem früher schon genannten Werk "Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas" ist allerdings die Abbildung von *Paris* durch 2 Laubsprosse ausgezeichnet. Doch halte ich diese Angabe für wenig beweiskräftig. Erstens weil es von vornherein nicht glücklich ist, einen sicher sehr seltenen Fall als typisches Beispiel abzubilden, zweitens weil die Zeichnung der Niederblätter an der Ursprungstelle des zweiten Sprosses sicher falsch ist.

Anders steht es mit einer Angabe STARKs in der bereits genannten Arbeit. Der Autor beschreibt diese Fälle folgendermassen: "Ich fand nun 3 Rhizome, die ein abweichendes (d.h. von dem üblichen Typus mit 1 Laubspross) Verhalten zeigten. Dei beiden ersten folgten dem Schema b (Fig. 2), besassen also 2 hintereinander gelegene Laubsprosse, das dritte war gebaut wie Schema c, verfügte also sogar über 3, von denen 2 sich an Stelle der sonst vorhandenen, verkümmerten Blüten entwickelt hatten." Bei der Bewertung dieser Fälle ist zu berücksichtigen, dass STARCK eine ausserordentlich grosse Anzahl (über 60000) untersuchte. - Der Ersatz für die Rhizomknospe tritt regelmässig ein, und zwar durch Ausbildung von Seitentrieben in den Achseln abgestorbener Niederblätter.

Beweis dafür sind zunächst die Versuche 1, 3, 7, 19. Die Zusammenstellung der folgenden soll diese Behauptung weiter stützen.

Nr.	Dauer d. Vers.	Beschreibung des Rhizoms.	Art des Versuchs.	Ergebnis.
4.	17.III. bis 7. VII.	Kräftiges Rhizom.	Kultiviert Jahreszuwachs I.	Laubspross u. Rhizomknospe sehr kräftig, bei I.1. ein 3 mm langer Seitentrieb.
5a.	17.III. bis 7.VII.	1. 4.	Internodium II,III u. IV des Rhizoms von 4 kultiviert.	11 mm langer Seitentrieb bei II.1.
5.	17.III. bis 7.VII.	Rhizom von 4 mm Durchmesser. 2 Sprossnarben.	Zwischen I und I.1. eine Einkerbung, 0,3 - 0,5 des Durchmessers nach dem Aussehen vom vorigen Jahr. Bei II.1. ein 1 cm langer Seitentrieb. Bei II.2. scheint sich einer vorzubereiten. Unverändert gepflanzt.	Rhizomknospe sehr kräftig; der Seitentrieb II.1. nicht weiter gekommen, scheint vorn abgestorben. Dafür II. 2. weiter gewachsen, aber nur bis 2 mm Länge.
6.	17.III. bis 17.VII.	Mittelstarkes Rhizom, 14 cm lang, von hinten ab mit abgestorbenen Eindruck, wurde in 4 Teile (A-D) zerteilt und die Teilstücke einzeln kultiviert.		
6 A				2 mm langer Seitentrieb.
6 B				Schwache Andeutung eines Seitentriebs.
6 C				Keine Verzweigung, aber zu beachten, dass die einzige Niederblattnarbe nur 2 mm von der hinteren Schnittfläche entfernt ist.
6 D				Laubspross und Rhizomknospe sehr kräftig. Bei I.1. eine 2 mm lange Verzweigung, ebenso bei 02 eine 4 mm lange.
13.	6. IV. bis 7. VII.	Rhizom kräftig, stark bewurzelt, 16 cm lang.	Rhizomknospe ca. 1 cm lang v. Niederblatt entfernt. Unterseite d. Kn. i. d. Mitte ca. bis zu 1/2 eingekerbt.	Verwundung verheilt. Laubspross u. Rhizomknospe sehr kräftig. Bei I.1. ein langer, kräftiger Seitentrieb.

Nr	Dauer d. Versuchs	Beschreibung des Rhizoms.	Art des Versuchs.	Ergebnis.
27.	10. IV. bis 8. VII.	Kräftiges Rhizom.	In der Mitte zwischen I.0. und I.1. zerschnitten und dicht vor II.0. Dieses Teilstück kultiviert.	Bei I.1. 1 cm langer Seitentrieb. Bei I.2. 2 mm langer Seitentrieb.
28.	8. VII. bis 6.VIII.	3 kräftige Rhizome (A, B u. C). Rhizomknospe 6-8 cm lang.	Vorderspitze d. Knospe 0,5 cm vor 0.1. abgeschnitten.	A. Seitentrieb bei 0.1. und 0.2. B. Seitentrieb bei 0.1. und 0.2. Ausserdem bei I.1. C. Seitentrieb bei 0.1.
29.	8. VII. bis 6.VIII.	Wie vorige.	Vordere Spitze 0,5 cm vor 0.2. abgeschnitten.	A. Seitentrieb bei 0.2. B. Seitentrieb bei 0.2. C. Seitentrieb bei 0.2.
14.	6. IV. bis 8. VII.	Gleichmässig kräftiges Rhizom, sehr stark bewurzelt.	Rhizomknospe 3 mm lang. Einschnitt in der Mitte d. Knospe, etwa 1/3 Durchmesser tief.	Spross und Rhizom kräftig. Einschnitt gut verheilt. Bei I.2. eine Verzweigung.

Aus den Versuchen ergibt sich somit: Reproduktion der Assimilationsorgane findet in keinem Falle statt, Reproduktion der Rhizomknospe in jedem Falle. Die Beobachtungen im Freiland führen zum selben Ergebnis wie die Versuche. Mehr als 300 Rhizome wurden daraufhin untersucht und zwar an verschiedenen Standorten. Der grösste Teil der Pflanzen stammt aus der Umgebung von Lübeck, ein Teil aus dem Gebiet des Königsees (bis 1400 m am Watzmann hinauf) und der Rest aus dem mittleren Saalegebiet. Ohne jede Ausnahme fand sich an den Grundaxen, an denen Verlust oder grössere Beschäsigung der Rhizomknospe vorlag, eine Ersatzknospe.

Mit zwei scheinbaren Ausnahmen (Versuch 7 und 12) geht der Ersatz nicht aus dem Gewebe der Wundfläche hervor, sondern er entsteht durch Auswachsen von Anlagen. Diese Anlagen liegen in den Achseln der Niederblätter des Rhizoms und sind die Reste der abortierten Laubsprossk-nospen, die früher schon beschrieben wurden. Das ist schon von SCHUMANN angegeben worden. Er schreibt darüber (l.c. p. 159): "Wenn man nämlich solche Exemplare sammelt, welche durch einen Zufall beschädigt sind, so findet man in den Achseln der verwitternden Niederblätter einen weissen quergedehnten, etwas wulstigen Körper, welcher gerade so aussieht, als wäre er imstande, einen Seitentrieb hervorzubringen. Durch den Vergleich mit andern Pflanzen wird es offenbar, dass der weisse Wulst nichts anderes ist, als der angeschwollene Fuss einer abortierten vetrockneten und später abgefallenen Laubsprossknospe". Ausserdem entstehen die Seitenzweige stets an den Stellen, an denen einst die Blütenknospe sich befand. Da diese in einer bald rechts, bald links verlaufenden Schraubenlinie derart stehen, dass jede folgende gegen die vorhergehende um 90° gedreht erscheint, so kann man an jedem Rhizom die Stellen voraussagen, an

denen Seitenzweige sich bilden können, wenn man sich orientiert hat, ob die Schraubenlinie rechts oder links dreht. Darüber kann man sich aus der Lage der Laubsprossnarben und der Zahl der dazwischen liegenden Niederblattspuren leicht informieren. Auf die Frage, ob sich auch die Niederblattnarbe voraus bestimmen lässt, an der die Reproduktion stattfinden wird, komme ich später.

Die Fälle, in denen scheinbar von der Wundfläche aus eine Regeneration erfolgt ist, erkläre ich folgendermassen: Die Rhizomtriebe waren bei Beginn des Versuchs noch sehr kurz und bei der Ampu-tation ist der Schnitt dicht vor einer Niederblatt-Ansatzstelle geführt worden. Nach der Behandlung hat sich die Rhizomknospe nur wenig gestreckt und das entstehende Kallusgewebe hat sich rückwärts über die Ursprungstelle des Niederblattes gelegt. Aus der Achsel dieses Niederblattes geht d. Seitentrieb hervor, der scheinbar aus dem Kallus kommt. Die Richtung des Seitentriebes senkrecht zur Längsrichtung des Rhizoms und die anatomische Untersuchung bestätigen das.

Wäre SCHUMANNs Ansicht richtig, dass nur nach Verlust der Rhizomspitze ein Seitentrieb gebildet würde, dürfte man kaum von Verzweigungen reden, da dann an einer Grundaxe stets nur eine Stelle vorhanden wäre, die für das Weiterwachstum sorgte. Aber erstens treten nach der Verwundung nicht selten mehrere Seitentriebe auf, u. zweitens kommen solche auch ohne voraufgegangene Verletzung vor. In diesen Fällen wird man mit Recht von Verzweigung reden.

Es sollen zunächst einige Versuche beschrieben werden, die das Ziel hatten, auch ohne Entfernung der Rhizomknospe Verzweigungen zu erzielen:

Nr.	Datum	Beschreibung des Rhizoms.	Art des Versuchs.	Ergebnis.
15.	6.IV. bis 7.VII.	Kräftiges, stark bewurzeltes Rhizom m. 2 Sprossnarben.	Rhizomknospe mittels Pinzette gequetscht; Loslösung der Knospe sicher vermieden.	An Stelle der gequetschten Knospe Kallusgewebe. Verzweigung bei I.2.
17.	7.IV. bis 7.VII.	Kräftiges Rhizom.	Rhizomknospe längs gespalten. In den Spalt dünnes Holzstückchen eingeschoben um die Verwachsung zu verhindern	Die eine Hälfte eingegangen, aus d. andern Hälfte, u. zwar an d. ältesten Niederblattachsel ein Seitentrieb. Ausserdem Seitentriebe bei II.1.
18.	8.IV. bis 9.VII.	Mittelstarkes Rhizom.	Rhizomknospe gegen eine Stein wachsen gelassen.	Rhizomknospe ist durch fast rechtwinklige Krümmung dem Stein ausgewichen.
20.	8.IV. bis 7.VII.	Schwaches Rhizom.	Sprossknopse entfernt. Rhizom senkrecht, Knospe nach oben gepflanzt.	Schwache Krümmung d. vorderen Rhizomteiles. Rhizomknospe erscheint gestaucht.
19.	8.IV. bis 9.VII.	Mittelstarkes Rhizom.	Rhizomknospe entfernt, senkrecht, Spitze nach unten, gepflanzt.	Krümmungsversuch d. vorderen Teils. Seitenrieb bei I.1. und II.1., letzterer weiter entwickelt.

Nr.	Datum.	Beschreibung des Rhizoms.	Art des Versuchs.	Ergebnis.
22.	10.IV. bis 6.VII.	Mittelstarkes Rhizom, 16 cm lang.	Zwischen II.O. und III.O, die nur 3 cm auseinander, gequetscht.	Seitentrieb bei III.2.
23.	10.IV. bis 6.VII.	Mittelstarkes Rhizom.	In der Zwangslage kultiviert, dass d. hintere Teil horizontal lag, der vordere einen nach oben konvexen Bogen bildete.	Aufwärtskrümmung d. Rhizomknospe. Keine Verzweigungen.
24.	10.IV. bis 6.VII.	Schwaches Rhizom.	In d. Zwangslage kult., dass der hintere Teil d. Rhiz. einen nach oben konvexen Bogen bildte, der vordere Teil horizontal lag.	Wächst unverändert weiter; keine Verzweigungen.

Nach den Versuchen sind also in keinem Fall durch andere mechanischen Beeinflussungen als Verletzungen, Verzweigungen erreicht worden. Der Satz SCHUMANNs, dass Verzweigungen nach Verwundungen eintreten, ist demnach richtig, nicht aber, dass nur nach solchen die Grundaxe Seitentriebe bildet.

Zunächst sei als Beweis dafür folgender Versuch beschrieben: Im gut durchlüfteten Kasten wurden 8 Rhizome verschiedener Stärke gepflanzt, um die Wirkung reichlicher Sauerstoff-Zufuhr auf die Verzweigung zu prüfen. Die reichliche Luftzufuhr wurde gewährleistet: 1. durch 2 Schichten von Laub und modernden Zweigen, wie man sie auf Waldboden findet, mit denen die Erde in dem Kulturkasten durchlegt wurde. 2. Durch zahlreiche Löcher von 1 cm Durchmesser, die in die Seitenwände und den Boden des Kastens gebohrt wurden. Die Rhizome wurden ein wenig schräg nach oben gelagert, sodass sie je nach der Länge ein bis zwei solcher luftigen Schichten kreuzten. Es wurden nur solche Pflanzen genommen, die sorgfältig auf etwa schon erkennbare Verzweigungsknospen durchmustert waren. Selbstverständlich waren alle unverwundet und wurden mit grösster Vorsicht eingesetzt, um jede Knickung oder sonstige Verletzung zu vermeiden. - Ergebnis: An sechs von den 8 Rhizomen zeigten sich bei der Herausnahme am 12. Juni ein bzw. 2 Seitentriebe. Der Kulturkasten stand vor einem nach Osten gehenden Fenster und hatte somit in diesem Jahr ziemlich viel Sonne. Da die Bodenoberfläche von andern Pflanzen frei war, wirkte die Besonnung schnell austrocknend, sodass die Pflanzen jedenfalls sonniger und trockener standen als an den meisten natürlichen Fundorten. Ob die Durchlüftung des Bodens für die verhältnismässig zahlreichen Verzweigungen von Einfluss war, wage ich nicht zu entscheiden wegen der Ergebnisse folgenden Kontrollversuchs:

6 Rhizome ohne Verzweigungen oder Andeutungen von solchen wurden unter sonst genau denselben Bedingungen, aber ohne die besonderen Durchlüftungseinrichtungen gepflanzt. Während die Pflanzen im Versuch 2 bis 3 Seitentriebe an den jüngsten Knoten zeigten, hatten im Kotrollversuch fast sämtliche Achseln ausgetrieben (bis zu 7 an einer Grundaxe). Allerdings waren die Verzweigungen an den ältesten Knoten sehr klein, 2 - 3 mm lang, aber alle deutlich erkennbar.

In demselben Kasten befanden sich noch eine grössere Anzahl verwundeter Grundaxen. Sie trugen am Schluss des Versuchs sämtlich Verzweigungen, die aber wesent-

lich weiter entwickelt waren. Die Länge betrug bei diesen 10 - 12 mm.

Am natürlichen Standort konnte ich an sämtlichen von mir beobachteten Fundstellen Verzweigungen an unverletzten Grundaxen feststellen. Als unverwundet bezeichne ich solche Pflanzen, bei denen keine Spur einer Verletzung sichtbar war und die ausserdem normal entwickelten Laubspross und Rhizomknospe an Haupt- und Seitenaxe trugen. Der erste Standort liegt 3 km südlich Lübeck auf sandigem Boden. Er ist nur etwa 4 qm gross und dicht mit Gräsern und Kräutern bewachsen, sodass es schwer hielt, Rhizome unverletzt herauszunehmen. Der dichte Bewuchs und der mangelnde Kalk sind offenbar dem Gedeihen von *Paris* hinderlich, denn Laubsprosse und Grundaxen waren verhältnismässig schwach. Die ersten Rhizome holte ich an dieser Stelle Anfang Februar. Um das zu dieser Jahreszeit nicht immer leicht zu beschaffende Material zu schonen ging ich sehr vorsichtig vor und nahm nur etwa 15 Examplare heraus. Sie waren alle unverzweigt. Später, als die Spitzen der Laubsprosse aus dem Boden hervorkamen, durchsuchte ich den ganzen Platz und fand stellenweise ein dichtes Gewirr von Rhizomen. Darunter waren eine Anzahl verzweigter. Von der Gesamtzahl der Rhizome waren etwa 20% durch Seitentriebe ausgezeichnet.

Der zweite Fundort liegt bei Schwartau, 5 km nördlich Lübeck in einem Bruchwald, der mit verschienenen Laubholzarten bestanden ist. Der Boden ist reich mit *Anemone* und *Polygonatum* bewachsen. Auf eine 20 cm dicke Schicht von lockerem Humus folgt erst Sand, dann Lehm. Der Platz liegt nur wenig über dem Normalspiegel der Trave, ist also meistens recht feucht. Die *Paris*-Exemplare standen einzeln und waren sehr kräftig. Die Rhizome lagen dicht unter der Oberfläche, meistens nur etwa 2 cm tief. Häufig lagen sogar Teile der Grundaxe völlig frei. Fast 50% der herausgenommenen Pflanzen waren verzweigt.

Die dritte Untersuchung nahm ich im Lauerholz vor, 3 km nordöstlich Lübecks. Eine 10 qm grosse Stelle im Laubwald, Eschen mit Unterholz von *Prunus Padus*, war so dicht mit der Einbeere bewachsen, dass keine andere Pflanze hochkommen konnte. Auf die Humusschicht folgte sandiger Lehm. Infolge starker Beschattung war der Boden stets mässig feucht. Der ganze Grund war von einem dichten Gewirr der *Paris*-Rhizome durchzogen. Verzweigte Exemplare waren 30% vorhanden. - Weiter hatte ich, wie früher schon erwähnt, Gelegenheit, im Gebiet des Königsees bei Berchtesgaden die Einbeere zu beobachten. Die Pflanze stand hier meist einzeln oder genauer gesagt in kleinen Grüppchen zu zwei oder drei. Von den 20 Rhizomen, die ich an verschiedenen Stellen aus dem Boden nahm, waren 4 verzweigt, also 20%.

Schliesslich fand ich noch bei Bad Kösen, also im mittleren Saaletal, auf Kalkboden eine Anzahl Einbeeren. Hier grub ich an einer Stelle 15 Exemplare aus dem Boden, davon waren 14 verzweigt. Die Verzweigungen waren sämtlich bei I.1. oder I.2, also erst in diesem Jahr entstanden. Sie trugen dem entsprechend weder Laubsprosse noch Narben von solchen. Sämtliche Exemplare waren auffallend kräftig, sie wuchsen im Überschwemmungsgebiet eines kleinen Bächleins, das nur zur Zeit der Schneeschmelze Wasser führt. Dieser Standort war der trockenste von den mit bekannten.

Die Angaben der Prozentzahlen lassen auuser acht, ob es sich um Rhizome mit Verletzungen oder Spuren von solchen handelt oder nicht. Feststellen konnte ich frühere Verwundungen, jedoch nur in ganz wenigen Fällen der hier benützten Angaben. Um die Ergebnisse der Versuche und der Beobachtungen am natürlichen Standort richtig zu werten, erinnere ich an die in der Einleitung gemachten Literaturangaben. Ausser mit SCHUMANN stimmen meine Feststellungen mit denen sämtlicher Forscher überein. Die Vorsicht, mit der man trotzdem von dem Vorkommen von Verzweigungen spricht, ist zurückzuführen auf die Anerkennung der Angabe des bekannten Morphologen. Zusammenfassend glaube ich sagen zu dürfen: Das Rhizom von *Paris quadrifolius* trägt, auch wenn es nicht verletzt ist, öfters Seitenzweige. Die Haufigkeit der Verzweigungen wechselt an den einzelnen Standorten von 20 - 80%.

Die Seitentriebe erscheinen zunächst als kleine weisse Wülste in den Achseln der Nebenblätter, und zwar an Stellen, die durch die benachbarten Laubsprossnarben und die 1/4-Spirale bestimmt sind. Aus diesem Wulst, dem, wie früher schon gesagt, angeschwollenen Fuss einer abortierten Laubsprossknospe, bricht dann der

Seitentrieb hervor. Die Wachstumsgeschwindigkeit ist in der ersten Vegetationsperiode nach ihrer Entstehung bei verschiedenen Exemplaren sehr ungleich. Sie hängt ab: 1. von der Ursache der Verzweigung und 2. von der Zahl der Seitentriebe. Ist Verlust der Rhizomknospe das auslösende Moment und a) nur eine Verzweigung vorhanden, so wächst diese sehr schnell und ist in ihrer Entwickelung gleich denen an der Spitze unverletzter Grundaxen. Es entstehen 2 - 4 Internodien und in der Blattachsel des jüngsten Stengelgliedes steht die Knospe, die im folgenden Jahr den Laubspross hervorbringt. Die Entwickelung geht dann im selben Rhytmus weiter, wie bei den Hauptrhizomen. Jedenfalls fand ich an Seitenzweigen stets 2 - 4 Niederblattnarben zwischen 2 Sprossnarben.

b) Sind mehr als eine Verzweigung vorhanden, so kann das Wachstum sehr ungleichmässig sein. Ein Seitenzweig pflegt sich wie im Falle a) zu verhalten, der oder die andern können zurückbleiben und im Anfangsstadium (1 - 5 mm Länge) verharren. Was aus diesen in der nächsten Vegetationsperiode wird, kann ich aus den Versuchen noch nicht angeben, da diese dazu längere Zeit fortgesetzt werden müssen. Doch liess sich bei der Beobachtung im Freien aus dem Aussehen der Seitentriebe feststellen, dass sie in solchen Fällen über das Anfangsstadium nicht herauszukommen brauchen. Ich betone nochmals, dass die ungleichmässige Entwickelung vorhanden sein kann, aber nicht muss. Exemplare, bei denen 2 Seitentriebe desselben Entstehungsjahres gleichmässig sich entwickelt haben, sind durchaus nicht sehr selten. Gelegentlich finden sich sogar solche, bei denen beide Blattachseln zwischen 2 Laubsprossnarben getrieben haben und gleich starke Seitenzweige mit Laubspross tragen.

Handelt es sich um unverletzte Mutterpflanzen, so ist die Triebkraft der Seitenzweige geringer. So kommt es, dass in solchen Fällen gelegentlich auch ein einziger Trieb nicht über das Anfangsstadium hinauskommt. Sonst sind die Verhältnisse die gleichen wie in den vorigen Fällen. Da die Rhizome stets erst ein gewisses, mindestens mehrere Jahre betragendes Alter und damit auch eine gewisse Länge haben müssen, ehe eine Verzweigung eintritt, ist die Frage von Interesse, an welcher Stelle der Grundaxe oder genauer, an welchem Internodium letztere aufzutreten pflegen; dann falls letzteres gegeben ist, ist der Platz auf dem Umfang ja schon früher angegeben. Die aufgeworfene Frage lässt sich nicht eindeutig beantworten, da ja einmal nicht selten mehrere Verzweigungen zugleich entstehen, andererseits die Ursachen der Verzweigung eine Rolle spielen. Entwickelungsfähig sind bestimmt noch die Anlagen in 5 Jahre alten Niederblattachseln, da ich an einem solchen Teilstück einen Seitentrieb erhielt. Doch halte ich es nicht für unwahrscheinlich, dass auch noch ältere Teile solche hervorbringen. Denn man findet häufig Rhizome, bei denen die 7 oder 8 Jahre alten Internodien kräftiger und frischer aussehen, als z.B. das Teilstück A im Versuch 6. - Leider hatte ich beim Ansetzen des Versuche kein solches zur Verfügung. Im Versuch 28 haben nach der Amputation sämtliche Niederblattachseln des diesjährigen Zuwachses Seitentriebe erzeugt, daneben steht in einem Fall noch einer am vorjährigen Internodium. Bei den anderen Versuchen, bei deren Beginn der diesjährige Zuwachs noch ganz klein war, stehen die Seitentriebe fast ausnahmslos (Ausnahme nur Kontrollversuch 30) an den Knoten der vorjährigen. Die jüngsten ausgebildeten Knoten sind somit die bevorzugten Stellen. Dies Ergebnis möchte ich folgendermassen formulieren: Die Entwickelungsneigung der abortierten Laubsprossknospen nimmt mit zunehmendem Alter ab. Dass man nur ganz selten an den Narben ausgebildeter Laubsprosse Seitentriebe findet, stimmt gut überein mit dem Satz GOEBELs (2), dass in den allermeisten Fällen es sich bei Pflanzen bei der Regeneration entweder um Entwickelung schlummernder (latenter) Anlagen oder um eine Umbildung vorher schon vorhandener Anlagen oder Organe handelt. Die an den genannten Stellen vorhanden gewesene Anlage hat sich erschöpft bei der Bildung des Laubsprosses und ist nach dem Absterben desselben erledigt.

Die Frage nach den Ursachen der Verzweigung ist schwer zu beantworten. Ich möchte mich der Ansicht GOEBELs anschliessen, der bei Erörterung dieser Frage sagt: "Diese Erfahrungen zeigen, dass die Hemmung der blattbürtigen Sprossanlagen eine korrelative ist. Sie wurden am Austreiben verhindert durch ihren Zusammenhang mit den Vegetationspunkten der Pflanze, zunächst dem Spross-Vegetations-

punkten". Die Hemmung kann experimentell überwunden werden durch Entfernung des Spross-Vegetationspunkts. Dies Mittel ist das radikalste und führt dementsprechend stets zum Erfolg.

Es gibt aber andere Mittel, deren Anwendung denselben Erfolg zeitigt. Das Auftreten von Seitentrieben auch beim Vorhandensein von intakten Spross-Vegetationspunkten beweist dies. Zunächst wird man an den Ernährungszustand denken. Aber das Vorhandensein reichlicher Baustoffe allein genügt sicher nicht. Sonst müssten besonders grosse und kräftige Rhizome häufiger Verzweigungen aufweisen als schwache. Das lehrt die Beobachtung nicht. Ich habe auffällig lange und starke Grundaxen häufig ohne Seitentriebe gefunden, obwohl hier von einem Mangel an Baustoffen keine Rede sein kann, während ich, wie früher schon erwähnt, weit unter dem Durchschnitt schwache Rhizome gefunden habe, die sogar an 2 aufeinander folgenden Knoten eines auffällig kurzen Jahreszuwachses 2 wohl ausgebildete, wenn auch zarte, Seitentriebe trugen. Auf den ersten Blick drängt sich die Frage auf: Wo haben diese Triebe die Baustoffe her? Dass es gewisse Reize gibt, die die Hemmungen der Achselknospen in weitgehendem Masse überwinden können, beweist das Ergebnis des Versuches und Kontrollversuches 30. Da in diesem Fall keine besondern Versuchsbedingungen angewandt worden waren, kann ich über die Art nichts sicheres angeben. Den wesentlichen Unterschied zwischen den Versuchsbedingungen in diesen und den andern Fällen suche ich in der grossen Trockenheit des Bodens (siehe Beschreibung des Versuchs). Zu der Annahme, dass die grosse Trockenheit des Bodens von Einfluss sein könne, kam ich bei der Beobachtung der Einbeere an Fundort 5 im Saaletal. Alle 14 dort gefundenen Exemplare mit Verzweigungen trugen letztere an den Knoten des vorjährigen Zuwachses. Sie sind also im Laufe der diesjährigen Vegetationsperiode wahrscheinlich entstanden. Ich nahm die Grundaxen möglichst in ihrer ganzen Länge aus dem Boden, fand aber nirgends Verzweigungen an älteren Teilen. Nun lösen sich letztere freilich ohne Hinterlassung auffälliger Narben häufig von den Mutterpflanzen, also wohl frühestens nach 2 Jahren, meistens später. Daher war mir das Fehlen älterer Seitentriebe ausserordentlich auffällig, zumal ich auch keine scheinbar unabhängigen Grundaxen fand, aus deren Lage ich hätte schliessen können, dass sie von den vorhandenen durch Verzweigung hätten hervorgegangen sein können. Da lag die Vermutung nahe, dass besondere klimatische Verhältnisse dieses Jahres die Ursache dieser auffälligen Erscheinung sein könnten.

Die Vegetationsperiode 1921 wird aber durch besondere Trockenheit charakterisiert und auf Befragen erfuhr ich, dass das genannte Bächlein, in dessen Überschwemmungsgebiet ich die Pflanzen gefunden hatte, in diesem Jahre gar kein Schneewasser geführt hat. Worauf bei der Annahme des Einflusses der Trockenheit sich das verschiedene Verhalten der Pflanzen in Versuch und Kontrollversuch erklärt, weiss ich nicht anzugeben. (Das Ergebnis eines Versuches von Prof. SCHROEDER, der an einer in Leitungswasser amphibisch kultivierten Grundaxe eine Verzweigung erhielt, braucht der obigen Annahme nicht zu widersprechen, da Trockenheit des Bodens sicher nicht das einzige auslösende Moment ist.)

Zur Erklärung dieses Ergebnisses, der Suche nach Gründen für die Verzweigung, weise ich auf einen Ausspruch GOEBELs über ähnliche Versuche, in dem wiederholt genannten Werke hin: "Jedenfalls ist selbst diese oft untersuchte Pflanze (*Bryophyllum*) , was die Bedingungen der Wurzel- und Sprossbildung anbelangt, noch nicht als vollständig audgeklärt zu betrachten..." und weiter" "Ich habe *Bryophyllum* eingehend besprochen, um zu zeigen, um ein wie verwickeltes, im einzelnen noch der Aufklärung bedürftiges Netz von Korrelationsbeziehungen und äusseren Bedingungen, es sich selbst bei einem scheinbar so einfachen Vorgange handelt".

Die verschiedenen Angaben über Verzweigung in der Literatur legen nahe, an ungleiches Verhalten aufgrund von Standorts-Eigentümlichkeiten zu denken. Ganz abgesehen davon, dass damit zwar ein Wort, sonst aber nicht viel gewonnen ist, glaube ich aber, dass ich nach den Ergebnissen der Versuche und Beobachtungen und mit Rücksicht auf die Literatur-Angaben sagen darf, dass der Standort keinen, oder doch nur geringen Einfluss ausübt. Gegen die eine Angabe SCHUMANNs (die auf ihn zurückgehenden Autoren darf man natürlich nicht mitzählen) stehen jetzt Beobachtungen aus Süd-, Mittel- und Norddeutschland von verschiedenen Bodenarten,

die sich auf ein weit umfangreicheres Material erstrecken. Das Resultat ist bei allen das Gleiche. Die Einbeere pflanzt sich nicht nur durch Samen fort, sondern vermehrt sich mindestens ebeno häufig vegetativ durch Rhizom-Verzweigung. Man findet gar nicht selten dichte Bestände mit hunderten von Exemplaren, deren Grundaxen in dichtem Gewirr den Boden durchziehen und deren Lage zueinander zeigt, dass diese Gruppen vegetativer Vermehrung ihr Entstehen verdanken. Gestützt wird diese Annahme durch einen Vergleich mit andern ähnlichen Pflanzenbeständen.

Dies Ergebnis gewinnt an Interesse zusammengehalten mit folgender Vermutung STARKs (8): Nur auf eins möchte ich noch kurz hinweisen. Es wurde im Abschnitt II als wahrscheinlich hingestellt, dass nach dem Norden zu die mittlere Gliederzahl abnimmt. Wenn sich nun als weiterer Unterschied ergeben sollte, dass im Süden die vegetative Vermehrung durch Rhizomverzweigung, im Norden aber die Vermehrung durch Samen vorherrscht, dann könnte man vielleicht diese beiden Tatsachen in Zusammenhang miteinander bringen. Da die erste Annahme nicht richtig ist, kann natürlich der angedeutete Zusammenhang nicht bestehen.

Die bisherigen Untersuchungen wurden nach äusserlich erkennbaren Merkmalen geführt. Sie sollen jetzt ergänzt werden durch den anatomischen Befund der inbetracht kommenden Teile. Schneidet man ein Rhizom von *Paris* an einer beliebigen Stelle nicht zu nahe am Knoten durch, und stellt einen Querschnitt von der Schnittfläche her, so sieht man das in Fig. 3 wiedergegebene Bild. Der Schnitt, nach dem die Zeichnung hergestellt ist, stammt aus einem 3 Jahre alten Rhizomteil. Auf die eine Zellreihe starke Epidermis folgen einige Reihen von Parenchymzellen, die durch ihren gleichmässigen Bau und Anordnung die Oberhaut verstärken, dann die Masse des Rindenparenchyms. Eine gut ausgebildete und verholzte Zylinderscheide ist nicht vorhanden. Im Zentralzylinder sind 5 - 9 Leitbündel eingelagert. Sie stehen im Kreise an der Peripherie, doch finden sich zuweilen einzelne Bündel nach der Mitte zu eingerückt. Die Gefässe der einzelnen Bündel bilden auf dem Querschnittsbild meist geschlossene Kreise. Garnicht selten sind sie jedoch nicht völlig geschlossen oder, wenn doch, gehen von ihnen kürzere oder längere Reihen von Gefässen aus. Gewöhnlich treten 4 Gruppen hervor, von denen jede im Durchschnitt zwei grosse, mehr oder weniger geschlossene Bündel enthält, mit gelegentlich noch kleineren Gefässgruppen verschiedenster Form. Die 4 Gruppen sind also ungleichmässig geformt und verschieden gross, aber, wie gesagt, fast immer zu erkennen. In allen Parenchymzellen finden sich Stärkekörner. Im Frühling etwas weniger reichlich, den übrigen Teil des Jahres sind sie prall davon erfüllt.

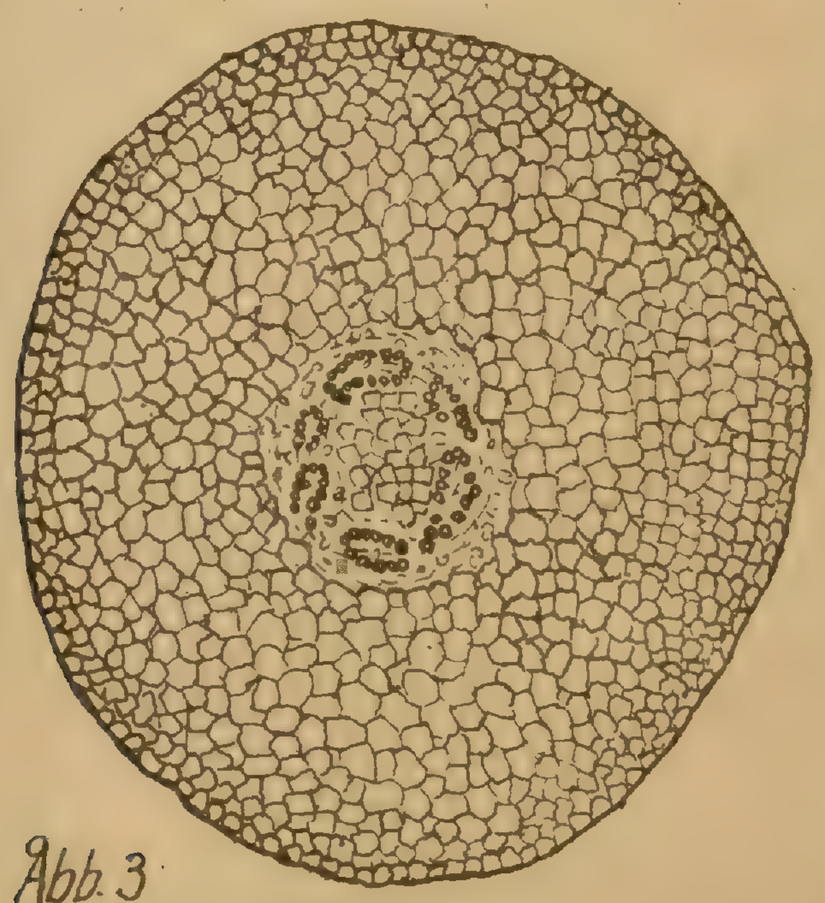


Abb. 3

Legt man weitere Schnitte durch eine Grundaxe, etwa 2 - 3 mm unterhalb eines Knotens, so sieht man, dass hier eine der 4 Gruppen etwas in den Zentralzylinder hineinrückt, um sich dann in flachem Bogen nach der Epidermis zu neigen. Die Fig. 4 zeigt das in 4 Schema-Bildern. Die beiden Bündel laufen auf die Achsel des Niederblattes zu, an dem der Knoten äusserlich erkennbar ist. Einige Gefässe bleiben in der ursprünglichen Richtung und ergänzen sich unter Beteiligung der beiden Nachbargruppen bald hinter dem Knoten zu einer neuen Gruppe, sodass die zunächst entstehende Lücke einige mm hinter dem Knoten wieder geschlossen ist.

Den Verlauf der Leitbündel und den Vorgang der Verzweigung zeigt am besten ein Längsschnitt durch ein Rhizomstück. Fig. 5 a stellt einen solchen dar. Man sieht, wie bei Knoten 2 Leitbündel nach rechts in die Ursprungsstelle eines Laubsprosses - an der starken Narbe zu erkennen - gehen. Es ist das die rechte von den 4 Bündelgruppen, die vorhanden. Im vorhergehenden und folgenden Knoten sind es die oben bzw. unten liegenden Gruppen, die aus dem Zentralzylinder an die Aussenwand treten. Man kann also in diesem Schnitt nichts davon sehen. Erst im 4.

gibt die Abbildung wieder, wie die linke Gruppe die dort liegende Anlage versorgt.

Die weitere Fig. 5 b gibt den Schnitt wieder, der durch das Rhitomstück, aber senkrecht zum vorhergehenden, geführt wurde. Hier kommen naturgemäss die Verzweigung der vorher unteren bzw. oberen, jetzt rechten bzw. linken Gruppe zur Darstellung. Diese Gruppierung der Leitbündel erklärt auch die Stellung der Seitentriebe

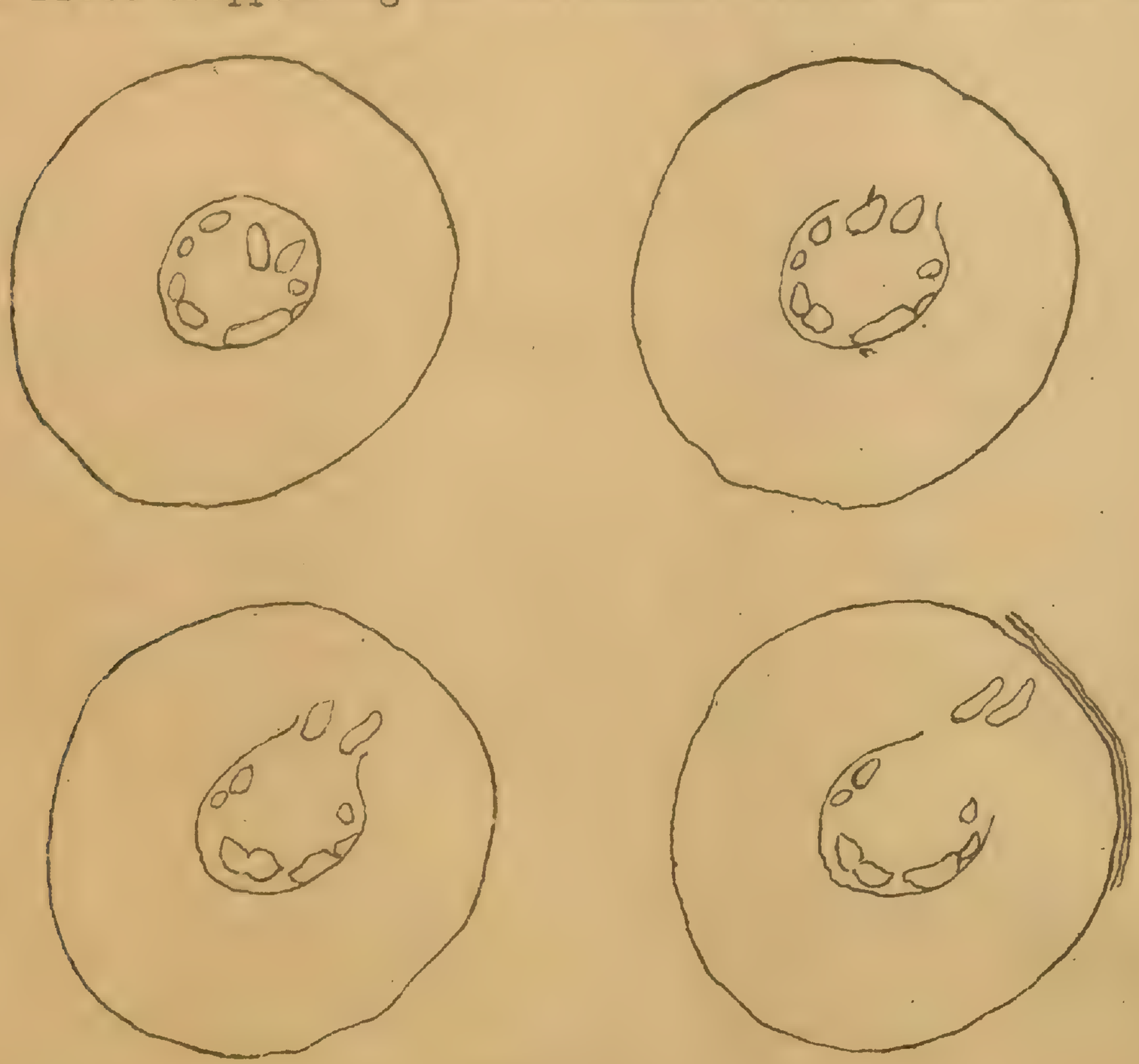


Abb. 4.

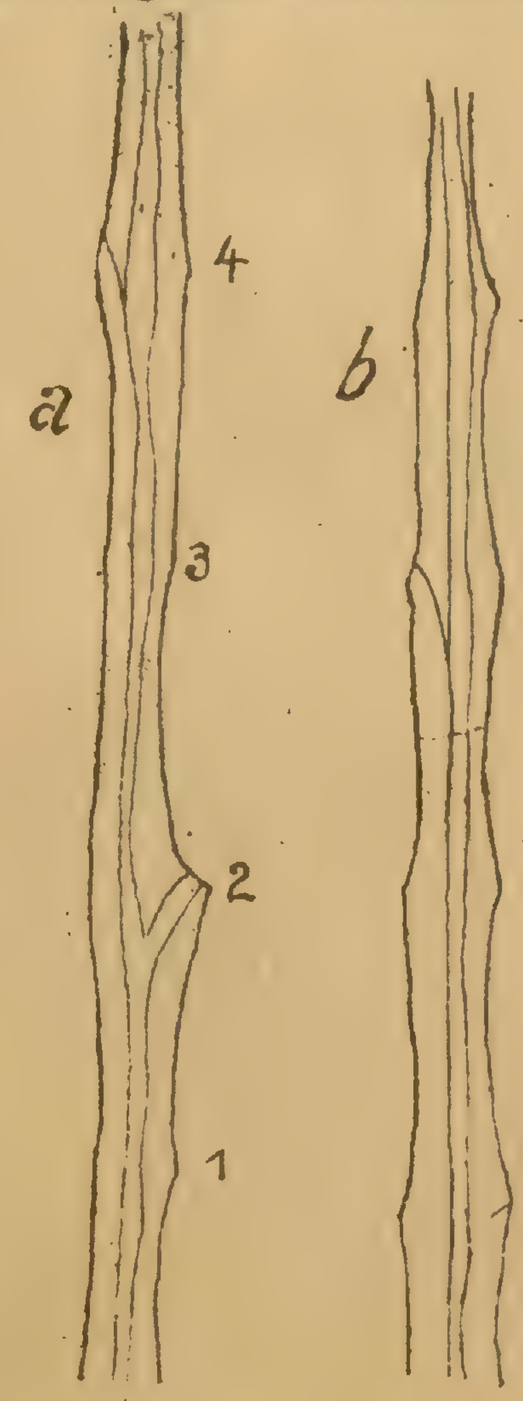


Abb 5.

nach der 1/4-Spirale. Es geht eben jeder vierte Seitentrieb bzw. dessen Anlage auf dieselbe Bündelgruppe zurück und steht demnach an derselben Seite der Grundaxe. In den Achseln der Niederblätter bildet sich eine kleine Vorwölbung, die äus-

Abb. 6

Abb. 7

serlich durchaus nicht immer erkennbar zu sein braucht und sich auf verschiedene Weise weiter entwickeln kann. einmal kann sie zu einem Laubspross auswachsen. In dem Fall sieht man schon, wenn der Vegetationspunkt nur so weit aus der Grundaxe

hervortritt, dass er eben mit blossem Auge zu erkennen ist, auf Querschnitten die Teilung der beiden Bündel in 4 Gruppen, die sich später von neuem teilen und die Bündel hervorbringen, die den Stengel des Laubsprosses durchziehen.

Fig. 6 gibt einen Schnitt durch den vorderen Teil des diesjährigen Rhizomzuwachses wieder. Die Laubsprossknospe war bereits 2 cm lang, die Rhizomknospe 3 mm. Der Schnitt ist etwa 1 mm unter der Trennungsstelle der beiden geführt. Man sieht an den grösseren und besser entwickelten Zellen, wie der Laubspross gegenüber der Rhizomknospe in der Entwickelung voraufgeeilt ist. Die eine der beiden Gefässgruppen im Laubspross hat sich bereits in 2 geteilt, die andere ist dabei.

Der zweite Fall ist der, dass zwar ein Laubspross angelegt wird, auch bis zu einer Länge von höchstens 2 cm heranwächst, dann aber degeneriert und abstirbt. Über das Vorkommen und den Ort der Entstehung ist früher bereits berichtet. Einen Schnitt durch einen solchen Knoten zeigt Fig. 7. Der fragliche Knoten war 2 Jahre alt. Man sah mit blossem Auge erst bei sehr aufmerksamer Betrachtung, dass hier ein kleiner Vorsprung war, den ich durch Vergleich mit vielen andern als Ursprungsstelle eines früh degenerierten Laubsprosses erkannte. Auf dem Bild sieht man die Vorwölbung, in die 2 Leitbündel schräg nach vorn hineingehen und daher zum Teil im Längsschnitt getroffen sind. In der Nähe der Gefässendigungen liegen 4 Gruppen, die bei stärkerer Vergrösserung kleine, noch in Teilung befindliche Zellen erkennen lassen. Zwischen ihnen verteilt sieht man einige wenige noch sehr zarte Gefässe, die mit denen der beiden ursprünglichen Bündel in Verbindung stehen. Die Zellen am Aussenrande der Ausbuchtung zeigen durch die zarten Wandungen und die grossen Kerne, dass sie noch embryonal sind. Das Ganze ist also auf diesem unentwickelten Stande stehen geblieben. Aus dem Alter der Schnittstelle erklärt es sich leicht, dass hier, entgegengesetzt wie in Fig. 6, die Zellen im Rhizom voll entwickelt und die in der Laubsprossbasis zurückgeblieben sind.

Abb. 8.

Die dritte Möglichkeit, die in den weitaus meisten Fällen eintritt, ist die, dass man auch bei Anwendung einer Lupe äuserlich keine Spur einer Verzweigung erkennen kann. Fig. 8 zeigt dementsprechend keine Vorwölbung, wohl aber, dass eine Bündelgruppe aus dem Zentralzylinder nach der Achsel eines Niederblattes zu ausgetreten ist, und dass hier Zellgruppen liegen, die ihre volle Entwickelung noch nicht erreicht haben. Letztere sind also, da der Schnitt aus einem 4 Jahre alten Knoten stammt, während dieser Zeit in einem Jugendzustand stehen geblieben. Bilder dieser Art findet man in jedem Knoten. Es könnte der Einwand erhoben werden, diese Bündel dienten zur Innervierung des Niederblattes. Das ist sicher nicht der Fall. Natürlich gehen auch in die Niederblätter Gefässbündel, aber die sind so schwach und zart, dass sie erst bei stärkerer Vergrösserung zu erkennen sind. Sie liegen seitlich und treten viel früher aus dem Zentralzylinder aus, als die hier beschriebenen beiden Bündel. Die Gruppierung der Leitbündel im Zentralzylinder, von der früher die Rede war, tritt in diesem Schnitt besonders deutlich hervor. Die beiden Bündel der aus dem Zentralzylinder ausgetretenen Gruppe sind hier noch ziemlich geschlossen geblieben. Häufig findet man, dass sich die Bündel auflösen und die ganze mittlere Partie der Anlage in unregelmässiger Lagerung ausfüllen, sodass man nicht, wie in diesem Falle, mit Sicherheit voraussagen kann, in welcher Richtung sich gegebenen Falls der Seitentrieb entwickeln würde.

Fig. 9 führt einen Schnitt durch eine 8 mm lange R h i z o m v e r z w e i g u n g vor. Man hat den Eindruck, dass die beiden Leitbündel sich zunächst gestaucht und dadurch die unregelmässige Verteilung, die allerdings in der Zeichnung nicht gut zum Vorschein kommt, erhalten haben. Dann sind einzelne Partien der Bündel, und zwar die äussersten, weiter gewachsen und treiben senkrecht zur Richtung des Mutterrhizoms den Seitentrieb vor.

Die vielen Gefässgrüppchen, die durch die Stauchung entstehen, beteiligen

sich nicht immer sämtlich an der Ausbildung des Seitentriebes, sondern häufig nur einzelne von ihnen. Da die Lage der beteiligten nicht bestimmt ist inbezug auf d. Richtung des Mutterrhizoms, kann der Seitentrieb alle möglichen Winkel mit diesem

Abb. 9

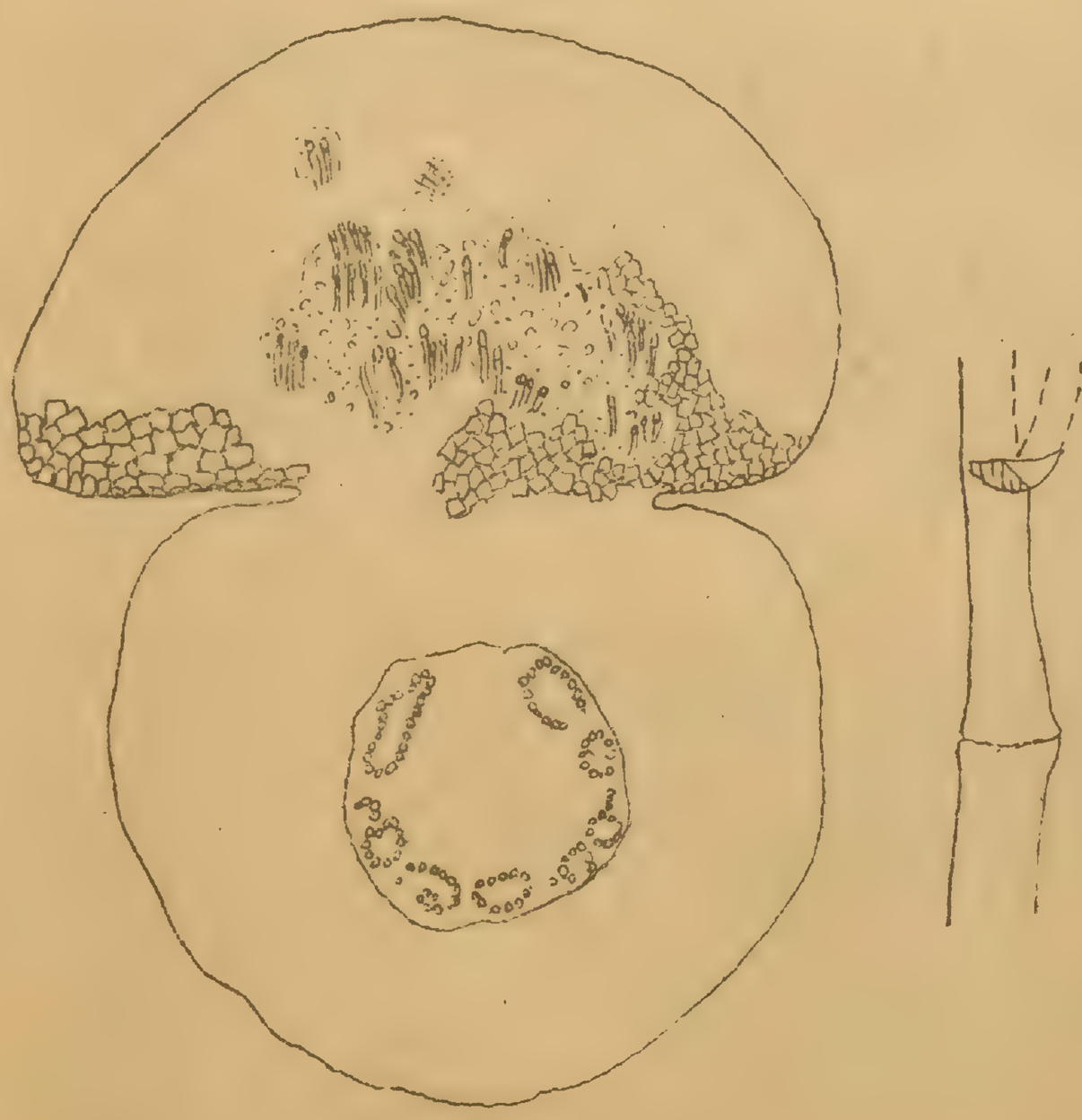


Abb. 9a

bilden, d.h. er kann, wie in Fig. 9, senkrecht zu ihm, er kann auch zunächst in entgegengesetzter Richtung wachsen. Gerade diesen letzteren Fall fand ich an einer Stelle so häufig, dass ich zunächst diese Wachstumsrichtung als die häufigste annahm und nach Gründen für die Entstehung und Bedeutung dieser Erscheinung suchte, aber nach dem äusserlichen Befund ntürlich keine fand. Auch alle andern Winkel kommen vor. Damit findet auch folgende Angabe SCHUMANNs ihre Erklärung:

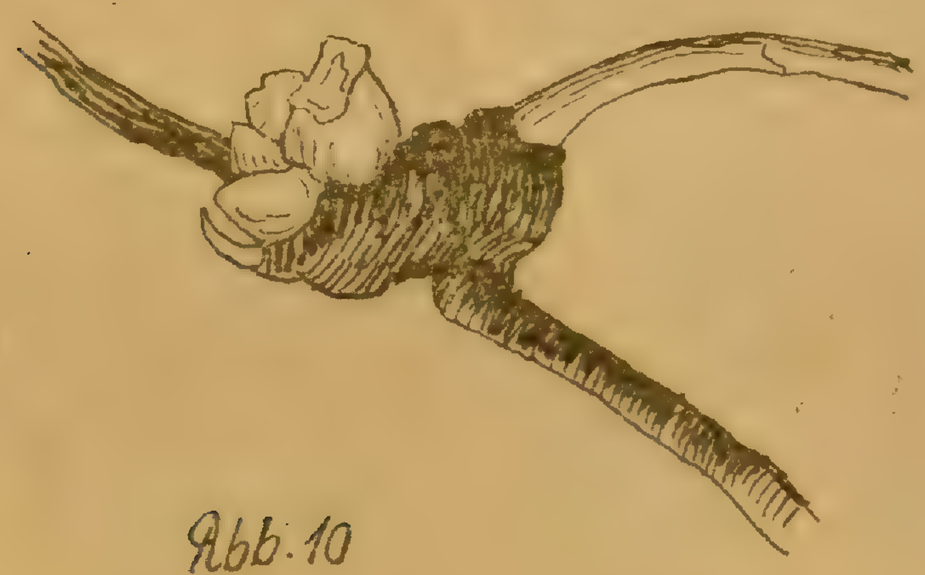


Abb. 10

"Würde man nun nach dem Vegetationskegel an der Stelle suchen, welche die erste Berechtigung hätte, ihn zu erzeugen, nämlich am apikalen Ende des Wulstes (d.h. des Wulstes, aus dem ein Seitentrieb hervorgeht), so würde dieses ein vergebliches Beginnen sein, er liegt nämlich seitlichund erscheint, wenn man die obersten Gewebeschichten des Höckers abgehoben hat, in der Form einer wie poliert glänzenden Wölbung". Die Beobachtung SCHUMANNs kann also stimmen, ist aber keineswegs für alle Fälle giltig, sondern der Vegetationspunkt kann an den verschiedensten Stellen des Höckers erscheinen.

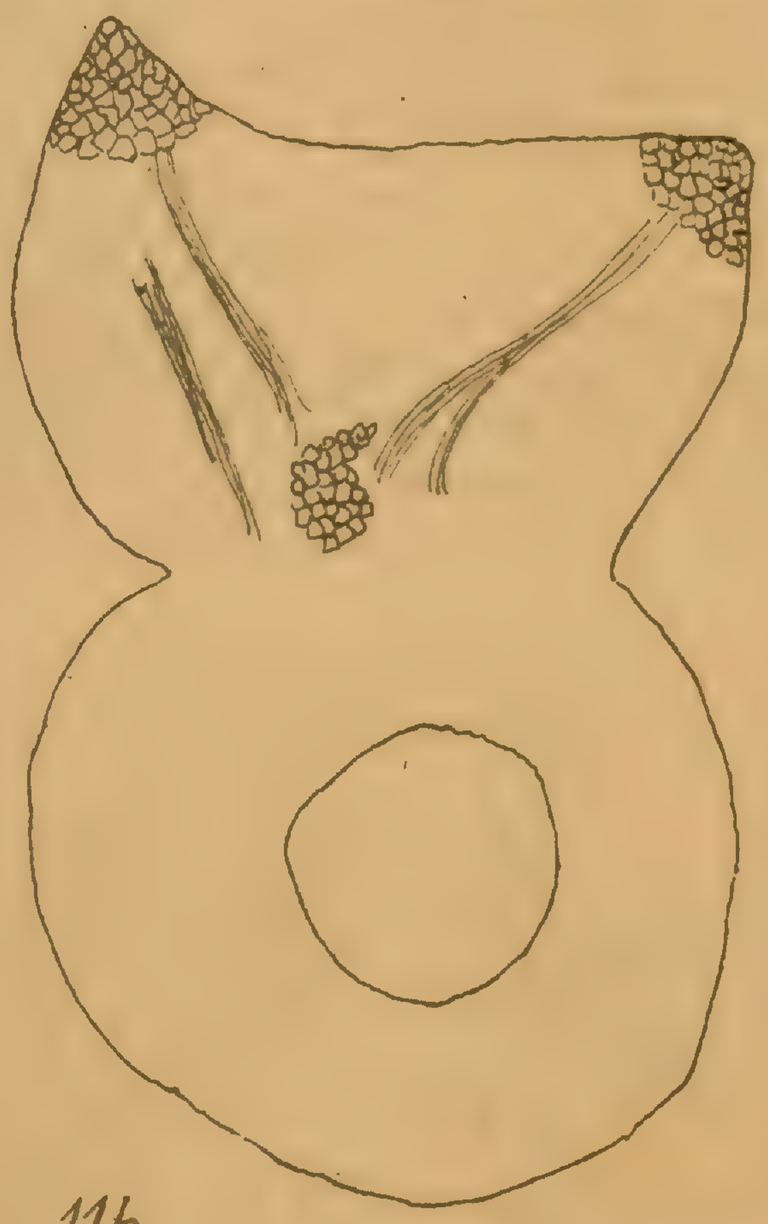
Als Beweis für die Behauptung, dass auch einzelne Grüppchen der Gefässe fähig sind, Vegetationspunkte zu erzeugen, sollen die Figuren 10 - 13 dienen. Das Bild zeigt die äussere Ansicht. Man kann schon mit der Lupe erkennen, dass der Vegetationspunkt nur aus einem Teile des Wulstes hervorgeht. Das Mutterrhizom ist dicht über der Verzweigungsstelle durchschnitten, um die Verhältnisse klarer geben zu können. Querschnitte zeigten, dass von den 4 vorhandenen Bündeln nur ein

einziges mit dem Vegetationspunkt in Verbindung stand.

Aus diesen Angaben ergibt sich sofort die Frage, ob es dann nicht wahrscheinlich sei, dass gelegentlich einmal 2 oder noch mehr Bündelgrüppchen Vegetationspunkte hervorbringen und damit eine gegabelte Verzweigung entstehen kann. Für beide Möglichkeiten habe ich Belege gefunden. Fig. 11 zeigt eine Verzweigungsbasis,

Abb. 10a

11a



11b

Abb. 11

die deutlich zwei Vegetationspunkte trägt. Ich habe mehrere dieser Art gefunden, jedoch keine, bei der beide sich zu vollständigen Seitentrieben entwickelt hatten. Es scheint demnach, dass eine der beiden im Laufe der Entwickelung die Oberhand gewinnt und die andere verhungert. Die beiden Querschnitte 11a und 11b zeigen den Verlauf der Leitbündel.

Nach diesen Befunden gehen die Seitentriebe wirklich aus abortierten Laubspross-Anlagen hervor. Dieselben Zellgruppen, die ursprünglich - wenn ich mich so ausdrücken darf - bestimmt sind, einen Laubspross hervorzubringen, erzeugen unter gewissen Bedingungen beim zweiten Entwickelungsantrieb eine Rhizomverzweigung. Je weiter die Entwickelung in der einen Richtung gegangen ist, umso schwerer geht sie in die zweite über. Nach dieser Auffassung muss man erwarten, dass die Rhizomverzweigungen meist an solchen Knoten entstehen, an denen es zu einer klaren Ausbildung eines wenn auch früh degenerierten Laubsprosses nicht erst gekommen ist und dass sie umso seltener werden, je weiter die Ausbildung des Laubsprosses an den betreffenden Knoten fortgeschritten war. Nun kann man aber allen Knoten, wie alt sie auch sein mögen, und nicht bloss denen ohne Verzweigung, sondern auch denen mit Verzweigung, äusserlich ansehen, ob die Laubsprossanlage in den ersten Entwickelungsstadien stehen geblieben, oder ob sie aus dem Mutterrhizom hervorgetreten ist. Im letzteren Falle bleibt eine Narbe zurück, die an Grösse fast 1/4 der Narbe eines ausgewachsenen Laubsprosses erreichen kann. Diese Befunde benützte ich, um die Richtigkeit meiner Anischt zu prüfen. Ich nahm 100 Rhizome mit über 1000 Knoten vor und sah sie daraufhin an. Von den 40 vorhandenen Verzweigungen liessen 39 an der Basis keine Spur einer Narbe erkennen. Nur in einem Falle war der Seitentrieb aus einem Knoten hervorgegangen, an dem die Narbe deutlich zeigte, dass hier die Entwickelung des Laubsprosses ziemlich weit vorgeschritten war. Nach Vergleich mit andern Fällen nehme ich eine Länge desselben von 2 cm an. Der Seitentrieb des Rhizoms ist in diesem Falle nicht die Verlängerung des ursprünglichen Laubsprossstengels, sondern geht seitlich aus der Basis

hervor. Er kann also die Narbe nicht verdecken, sondern nur beiseite drücken. Im ganzen fand ich an 171 Knoten solche mehr oder weniger grosse Narben. Ein Sechstel von allen Knoten trug also solche, während nur 1/40 der Verzweigungen diesen ihren Ursprung verdankten.

An Knoten schliesslich, die einen voll entwickelten Laubspross über die Erde geschickt haben, darf man nie oder doch nur in Ausnahmefällen Seitentriebe des Rhizoms erwarten. Im ersten Teil der Arbeit ist schon erwähnt, dass ich selbst nie, weder im Freiland noch bei den Versuchspflanzen, solche gefunden habe. Herr Prof. SCHROEDER war zuerst lange Zeit derselben Ansicht, gab mir aber jetzt 2 Exemplare, die beweisen, dass dieser extreme Fall vorkommt. In beiden Fällen handelt es sich um Rhizomstücke, die also von vorn herein infolge der Verletzung zur Verzweigung neigen mussten. In einem Fall besass das Stück überhaupt nur diesen einen Knoten, da es von dem andern lebenden Teil des Bruchstücks durch eine abgestorbene Partie getrennt war. Die Restitutionskraft war hier stark genug, diesen Knoten zum Austreiben zu veranlassen.

Der zweite Fall ist unter ähnlichen Bedingungen entstanden. Es sind zwar 2 Knoten an dem Teilstück vorhanden, aber auch 2 Verzweigungen: Fig. 12 a und b geben die äussere Anischt einer der beiden Verzweigungen, von verschiedenen Seiten gesehen, wieder.

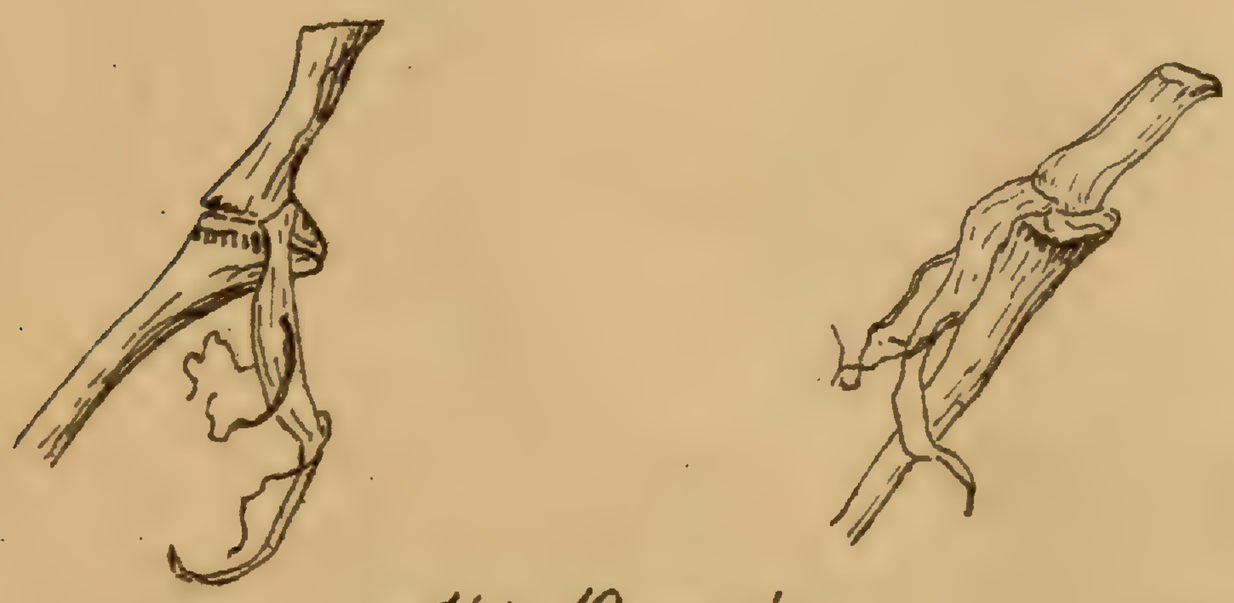


Abb. 12. a u. b.

Aus den verschiedenen Beobachtungen geht hervor, dass nur an solchen Stellen Vegetationspunkte sich bilden, an denen Gefässendigungen vorhanden sind. Man könnte zunächst annehmen, dass teilungsfähige Zellen das wesentliche sind und sich die nötigen Gefässe erst sekundär dazu bilden. Dem widerspricht aber, dass sich die Verzweigungen nur dort bilden, wo bereits Leitbündel vorhanden sind. Bei allen Restitutionsbildungen habe ich gefunden, dass Gefässendigungen das Zentrum bilden, von dem aus die Bildung vor sich geht.

Zu dieser Ansicht war ich bereits gekommen, als ich die Arbeiten von HABERLANDT (1914, 1919, 1920, 1921) zu Gesicht bekam, in denen ausgesprochen wird, dass bei Neubildungen z.B. an verletzten Teilen die Anwesenheit von Gefässen oder Gefässteilen nötig ist, und wahrscheinlich gemacht wird, dass sich in den Pflanzen Stoffe in der Art der Hormone bilden, die in den Leitbündeln wandern und an geeigneten Stellen Anregung zu Neubildungen geben. Es könnten demnach die Verzweigungen so entstehen, dass sich in den Rhizomen infolge von Verletzungen oder anderen Ursachen Stoffe bilden, die in den Leitbündeln wandern und von den Endigungen aus in das umgebende Parenchym eindringen und diese Zellen zu Teilungen anregen. Dabei werden nicht alle Zellen gleichmässig schnell ansprechen, sondern die am meisten, die am wenigsten in die Form des Dauerzweckes übergegangen sind. So erklärt sich die vorher beschriebene, nach den Entwickelungsstadien verschieden starke Neigung der Niederblatt-Achseln zur Ausbildung.

Bestärkt wurde ich in dieser Auffassung durch die zwei Verzweigungen an Laubspross-Narben. Gerade von diesen beiden Fällen erwartete ich besondere Aufklärung über ihre Herkunft, da sie nicht aus der Basis abortierter Laubsprosse hervorgegangen sein konnten. Woher sind sie nun gekommen?

Das Ursprungsgebiet der Seitentriebe sind die Parenchymzellen an der Grenze des Mutterrhizoms und des Laubsprosses, dort, wo die Achsel des ehemaligen Niederblattes war. Man sieht an der Abbilfung 13 in dieser Partie die Zellen stärkefrei und bei starker Vergrösserung, dass in der Mitte die Zellen sich zu Gefässen umbilden, und zwar im Anschluss an die noch lebenden Teile der Leitbündel des

Laubspross-Stumpfes. Daneben schliessen sich die neu entstehenden Bündel auch an die, allerdings sehr schwachen, Bündel an, die das Niederblatt innervieren.

Stets bilden also die Bündel der Verzweigung eine Fortsetzung schon vorhandener Bündel, die ursprünglich anderen Organen dienten. Danach kann man nicht annehmen, dass in den Zellen der Bündel die Fähigkeit liegt, bestimmte Organe unter

Abb. 13

Abb. 13 a

gegebenen Umständen hervorzubringen, sondern muss diese Eigentümlichkeit in den Parenchymzellen suchen. Vergleichsschnitte durch Laubspross-Stümpfe ohne Seitentreibe liessen aber in den fraglichen Teilen keine anatomische Besonderheiten erkennen.

Zusammenfassung.

I. Der Laubspross von *Paris quadrifolius* wird nach Verlust unter keinen Umständen ersetzt. Die Pflanze geht trotzdem nicht ein, sondern das Rhizom wächst weiter. Der Zuwachs ist in diesem Fall geringer, aber normal entwickelt.

II. Die verloren gegangene Rhizomknospe wird stets ersetzt. Der Ersatz entsteht nicht aus der Wundfläche, sondern bildet sich, wie in den allermeisten Fällen bei Pflanzen, durch Auswachsen latenter Anlagen. Diese Anlagen finden sich in den Achseln abgestorbener Niederblätter und sind die Reste abortierter Laubsprosse. Es können gleichzeitig mehrere Achseln Seitentriebe als Ersatz erzeugen.

III. Verzweigungen des Rhizoms sind nicht selten und kommen nicht nur infolge Verlusts des Vegetationspunktes vor. Ihre Häufigkeit wechselt an verschiedenen Standorten und in verschiedenen Jahren. Sie kann bis zu 80% betragen. Die Seitentriebe entstehen erstens bei Verletzung des Hauptrhizoms und zweitens aus verschiedenen andern, noch nicht sicher bestimmten Gründen.

IV. Die Einbeere vermehrt sich mindestens ebeno erfolgreich auf vegetativem Weg wie durch Samen.

V. In den Achseln a l l e r. Niederblätter bilden sich Laubspross-Anlagen. In den ersten 2 - 4 Achseln des jeweiligen Zuwachses einer Vegetationsperiode kommen diese über die ersten Entwickelungsstadien nicht heraus. Sie können einmal aus dem Mutterrhizom gar nicht heraustreten, im entgegengesetzten Fall bis zu einer Länge von 2 cm sich entwickeln, dann aber degenerieren. Aus allen diesen Anlagen können beim zweiten Entwickelungs-Anstoss Rhizom-Seitenzweige hervorgehen. Die Leichtigkeit, mit der dies geschieht, hängt ab von dem Ausbildungsstadium, bis zu dem der betreffende Laubspross gekommen ist. Je weiter letzterer vorgeschritten ist, umso schwerer geht die Neubildung vor sich, sodass an Knoten, an denen ein ausgebildeter Laubspross sich befunden hat, nur unter besonders günsti-

gen Bedingungen eine Verzweigung erfolgt.

Die Zentren, von denen die Neubildungen ausgehen, sind die Endigungen der Leitbündel. Es brauchen nicht alle Leitbündel, die in die Anlage gehen, dabei beteiligt zu sein; dem entsprechend können gelegentlich im Anschluss an mehrere Bündel-Endigungen gleichzeitig Vegetationspunkte und damit gegabelte Verzweigungen entstehen.

II. POLYGONATUM MULTIFLORUM.

Das bekannte Rhizom ähnelt im Bau sehr dem von *Paris*. Auch hier haben wir die Gliederung in Jahresabschnitte durch die Narben der Laubsprosse und Niederblätter. Die Länge der einzelnen Abschnitte beträgt 1 - 3 cm, ihre Zahl bis 15. Die Ursprungsstelle der Laubsprosse ist stark angeschwollen, die Narben liegen alle an derselben Seite der Axe. Nimmt man im Mai, wenn der oberirdische Teil der Pflanze entwickelt ist, die Grundaxe aus dem Boden, so findet man die gut entwickelte Verjüngungsknospe des Rhizoms, eingeschlossen in ziemlich fleischige Niederblätter. Die vorderste Spitze der Knospe ist hier, im Gegensatz zu *Paris*, noch einheitlich, also nicht in Spross- und Rhizomteil geschieden. Auch im Schnitt lässt sich diese Teilung nicht erkennen. Ausser der Verjüngungsknospe findet man an der Ansatzstelle des Laubsprosses seitlich mindestens eine Nebenknospe in der Achsel des vorhergehenden Niederblattes.

Diese Verzweigungsknospe ist in den meisten Fällen schwächer als die Verjüngungsknospe. Doch variiert ihre Grösse sehr. Es liessen sich Längen von 2 mm bis zu 1,5 cm feststellen. In letzteren Fällen war sie der Verjüngungsknospe gleich. Ausserdem umhüllt auch das 2. Niederblatt eines jeden Jahr-abschnittes häufig eine Knospe, die allerdings viel kleiner bleibt als die vorhergehende. In einigen wenigen Fällen liess sich auch noch in der Achsel des folgenden eine Knospe feststellen. Immer fanden sich diese Seitenknospen noch an dem geschwollenen Teil des Rhizoms, niemals an den dazwischen liegenden Abschnitten. Die Lage der Seitenknospen zueinander ergibt sich aus der Stellung der Niederblätter, sodass Knospe 1 und 2 einander gegenüber, 1 und 3 auf derselben Seite der Grundaxe liegen.

Man findet nicht selten die Seitenknospen zu Zweigrhizomen ausgewachsen, und zwar geht dies Auswachsen meist im Jahre des Entstehens oder dem darauf folgenden Jahre vor sich. Das lässt sich leicht durch Abzählen der Jahresabschnitte an Haupt- und Nebenrhizomen feststellen. Ob und wie lange auch später noch die Seitenknospen die Fähigkeit behalten, auszutreiben, werden die später beschriebenen Versuch zeigen. - Fig. 14.

Abb. 14.

Prüfung der Regenerationsfähigkeit der Laubsprosse.

Alle Versuche wurden an je 10 Exemplaren ausgeführt.

1. Versuch. - 10 mittelstarke Rhizome, aus 6 - 8 Jahresabschnitten bestehend, wurden Mitte Mai in Kult-urkasten gebracht, nachdem die Laubsprosse dicht am Rhizom abgeschnitten waren. Ergebnis: Mitte Juli zeigte sich an keinem der benützen Exemplare irgend eine Spur von Ersatzbildung. Eine Schwächung der Verjüngungs- oder Seitenknospen durch Ausfall der Assimilation war nicht konstatierbar.

2. Versuch. Um etwaige Einflüsse der Umpflanzung auszuschalten, wurden 10 gleichmässig am natürlichen Stanort verbliebene Pflanzen dicht über der Bodenoberfläche, d.h. dicht am Rhizom, da die Rhizome an dieser Stelle nur eben von Erde bedeckt waren, die Laubsprosse amputiert. Der Erfolge war derselbe wie beim Versuch I. Auch hier keinerlei Ersatzbildung.

3. Versuch. 10 Rhizomen wurde durch einen Schnitt senkrecht, an dem vordersten Rand des Laubsprosses die Verjüngungsknospe entfernt. Mitte Juli zeigte sich an der Wundstelle die äusserste Gewebepartie abgestorben, aber keine Spur irgend einer Ersatzbildung. Dagegen hat sich die Seitenknospe A 1 vergrössert und zwar um 2 - 5 mm. Sie übernimmt offenbar den Ersatz.

4. Versuch. Nur die Spitze der Verjüngungsknospe wird auf 1 mm Länge abgeschnitten, nachdem vorher die umhüllenden Niederblätter entfernt waren, um sicher zu gehen, dass auch wirklich die Vegetationsspitze getroffen wurde. Ergebnis: Die Verjüngungsknospen V 1 hatten sich wie im Versuch 3 vergrössert.

5. Versuch. Von der Verjüngungsknospe werden 3 mm amputiert, sodass die Ansatzstellen der vordersten 3 Niederblätter mit entfernt werden. Ergebnis wie in Versuch 4.

6. Versuch. Die Verjüngungsknospe und Seitenknospe A 1 wird entfernt. Ergebnis: in 8 Fällen war die Knospe A 2 deutlich vergrössert. Sie hatte sich um 1 - 3 mm verlängert. In einem Fall war die Knospe B 1 ausgewachsen. In einem Fall war keine Veränderung am Rhizom konstatierbar, obwohl alles gesund zu sein schien.

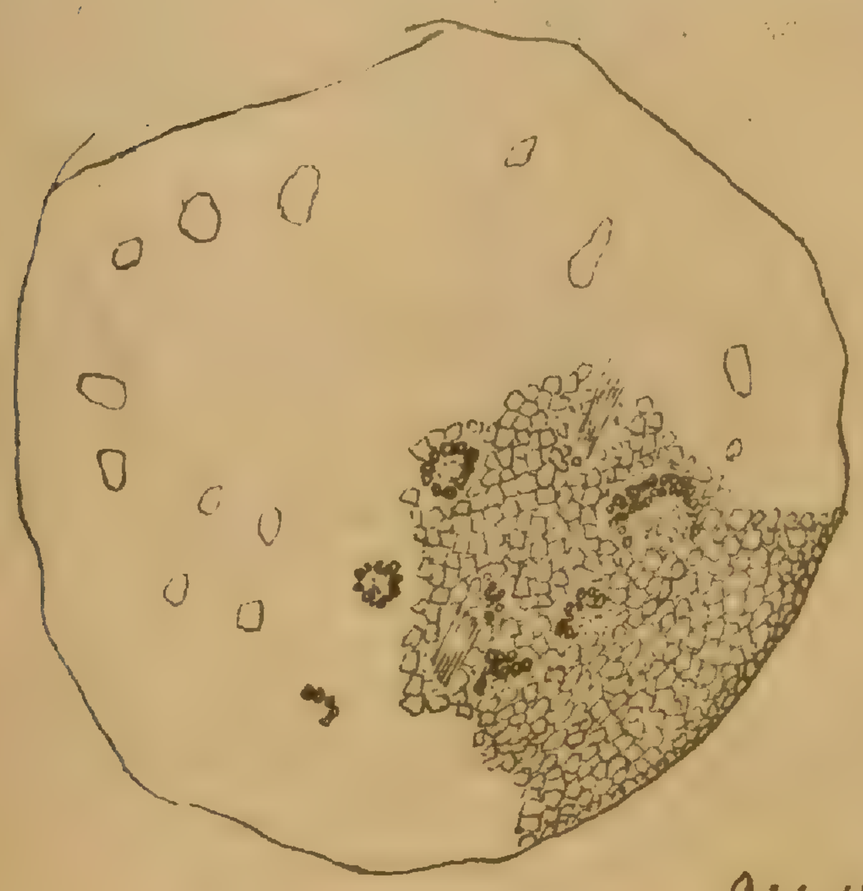
7. Versuch. (Für diesen Versuch standen nur 3 Grundaxen zur Verfügung) Ausser der Verjüngungsknospe wurden A 1 und A 2 entfernt. In der Achsel des drittletzten Niederblattes war eine sehr kleine Knospe vorhanden. Ergebnis: B 1 hatte sich vergrössert. An A 2 war eine Veränderung nicht festzustellen.

8. Versuch. Ausser der Verjüngungsknospe wurden A 1 und A 2 entfernt. Von A 2 war äusserlich keine Andeutung vorhanden. Ergebnis: B 1 hatte in allen Fällen sich vergrössert und war in lebhaftem Wachstum.

9. Versuch. a. Jahresabschnitt A entfernt
b. " A, B "
c. " A, B, C "
d. " A, B, C, D " u.s. fort bis zum 8. Jahreszuwachs.

Im letzten Fall war nur noch der Jahresabschnitt 9 vorhanden. Ergebnis: Es trieb stets die jüngste noch vorhandene Seitenknospe, also B 1, C 1, D 1 u.s.w. aus. Im letzten Fall treiben von den 10 Exemplaren nur noch 3 aus, die andern waren eingetrocknet. Die Seitentriebe waren 2 - 5 mm ausgewachsen und machten einen lebensfähigen Eindruck.

10. Versuch. 10 Rhizomstücke verschiedenen Alters, alle ohne den angeschwollenen Teil, also ohne die Region der Seitenknospenbildung, wurden kultiviert. Beim Ernten lebten sie noch, zeigten aber keine Spur irgend eines Regenerationsvorganges.



A66-15

Der anatomische Befund ist bei *Polygonatum* für die vorliegenden Fragen nicht so interessant wie bei *Paris*. Das Rhizom von *Polygonatum* zeigt einen gleichmässigen Bau, da nirgends Stereom, nicht einmal an der Grenze des Zentralzylinders ein Stereomähnlicher Ring vorhanden ist. Die Zellen führen keine Stärke, statt dessen Schleim. Nur in den Schliesszellen der Spaltöffnungen sind Stärkekörner vorhanden. Die zahlreichen Gefässbündel liegen zerstreut im breiten Zentralzylinder, die zentral gelegenen sind mehr konzentrisch, die peripher gelegenen mehr kollateral gebaut. Bei der grossen Ähnlichkeit des Aufbaues der Rhizome von *Polygonatum* und *Paris* liegt es nahe, auch hier nach einer Gruppierung der Bündel im Zusammenhang mit den Seitenwurzeln zu suchen. Ein solcher scheint nicht vorhanden.

Das Querschnittsbild ändert sich auch nicht an den Ansatzstellen der älteren Niederblätter eines jeden Jahresabschnittes. Auf Schnitten sieht man, dass eine Knospenbildung in den Achseln dieser Niederblätter nicht stattfindet. Erst dort, wo im Bereich der drei jüngsten Niederblätter eines jeden Jahresabschnittes sich das Rhizom ver-

dichtet, stehen Knospen in den Achseln, und zwar, wie schon äusserlich zu erkennen, meist in den beiden vorderen, gelegentlich in den drei vordersten. Der Bau dieser Seitenknospen stimmt mit dem der Verjüngungsknospe bis auf die Grösse überein. Querschnitte durch die Ansatzstelle der Laubsprosse zeigen, dass der ganze Leitbündelzug in diese hineingeht und nur einige wenige Bündel durch Abzweigungen die Rhizom-Fortsetzung innervieren, eine Bestätigung der Angabe in der Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas, dass *Polygonatum* sympodiale Verzweigung zeigt.

Zusammenfassung.

1. Verzweigung des Rhizoms ist bei *Polygonatum multiflorum* nicht selten. Sie geht hervor aus Knospen in den Achseln der zwei bzw. drei jüngsten Niederblätter eines jeden Jahresabschnittes. Die Knospen sind sofort als Rhizomknospen angelegt.

2. Eine Regeneration findet von der Wundfläche aus niemals statt. Der verloren gegangene Laubspross wird in keinem Fall ersetzt. Das Rhizom wächst in diesem Fall weiter und bringt im nächsten Jahre erst einen oberirdischen Spross hervor. Eine Schwächung des Rhizoms durch Ausfall der Assimilation einer Vegetationsperiode scheint nicht einzutreten.

Werden die Verjüngungsknospen bzw. Seitenknospen entfernt, so wird für die Erhaltung des Individuums gesorgt durch das Austreiben der nächst jüngsten Knospe, wobei in den weitaus meisten Fällen nur die vorderste Seitenknospe eines jeden Jahresabschnittes inbetracht kommt, während die nächste oder eventuell übernächste geringere Lebensfähigkeit zeigen.

Die Fähigkeit zur Wiederaufnahme des Wachstums bleibt den ersten Knospen mindestens 8 Jahre erhalten, wahrscheinlich aber auch länger, wenn das Rhizom ältere lebende Teile aufweist.

III. MAJANTHEMUM BIFOLIUM.

Das Rhizom von *Majanthemum bifolium* zeichnet sich vor den beiden bisher behandelten Arten vor allem durch die stets vorhandene Verzweigung aus. Zur Kennzeichnung des Rhizoms sei die Beschreibung aus der "Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas" (p. 650 - 651) angeführt:

"Bis die Pflanze blühfähig wird, was mehrere Jahre dauert, ist die Hauptaxe, wie auch die erscheinenden Seitenzweige, monopodial und bringt jedes Jahr 2 - 4 scheidenförmige Niederblätter und 1 Laubblatt hervor. Die Laubblätter stützen in der Regel Knospen, die entweder sich nicht entwickeln oder zu Wandersprossen, Ausläufern, werden. Diese, welche wagrecht wachsen, bringen zuerst eine verschiedene Anzahl von gestreckten Internodien mit scheidenförmigen, zweireihigen Niederblättern hervor und biegen sich dann aufwärts in eine überwinternde Knospe, die im nächsten Jahr 2 - 3 Niederblätter an kurzen Internodien und 1 Laubblatt entwickelt, dessen Grund die Endknospe umschliesst. Diese kurzgliedrige Ausläuferspitze verhält sich im ganzen so wie die Hauptaxe; bis der Spross blühfähig wird, was mehrere Jahre dauern kann, oft aber schon im dritten Jahre eintritt, bringt er monopodial jährlich 2 - 3 Niederblätter und 1 Laubblatt hervor.

Unter günstigen Umständen schliesst die Endknospe zuletzt ihr Wachstum mit Hervorbringung eines Blütenstandes ab. Im Blühjahr streckt sich der Stengel über die Niederblätter hinaus und trägt 2, seltener aber 3 Laubblätter und endet dann mit einem Blütenstand. In der Achsel des obersten Niederblattes sitzt die Verjüngungsknospe, die mit einem transversal gestellten Vorblatt beginnt, darauf folgt noch ein Paar Niederblätter, dann im nächsten Jahr Laubblätter und Blütenstand, wofern der Spross überhaupt so zeitig zum Blühen kommt. In der Regel geschieht dies jedoch nicht vor Verlauf mehrerer Jahre, und bis zu der Zeit bringt der Spross jedes Jahr monopodial 2 - 3 Niderblätter und 1 Laubblatt hervor. Wenn so der Spross endlich blüht, erscheint, wie im ersten Fall, ein Verjüngungsspross in der Achsel des obersten Niederblattes; aber es sei bemerkt, dass die Entwickelung in der Regel nicht soweit anhält, indem der vorderste, kurzgliedrige Teil des Ausläufers ziemlich rasch zugrunde geht; in den meisten Fällen verwelkt er schon nach dem

ersten Blühen und in diesen Fällen findet also eine Verjüngung an dem aufrecht aufsteigenden Teil gar nicht statt. Der gestreckte Ausläufertrieb wird von einer verschiedenen Zahl von Stengelgliedern gebildet, in der Regel 6 - 11, die 1 - 3 mm dick und 1,5 - 3 cm lang werden. Von den Blattbasen geht ein Kranz von wenigen und nicht besonders langen Nebenwurzeln aus, die sich nach allen Seiten, auch nach oben, wenden. Die Niederblätter stützen Knospen, von denen eine oder mehrere

Abb. 16

im nächsten Jahr, dem Jahr nach der Bildung der Ausläufer, zu neuen Ausläufern auswachsen. Oft entwickelt sich nur eine Knospe, u. zwar stets eine von den vordersten, die am Grunde des letzten oder vorletzten gestreckten Internodiums sass; wenn sich mehrere Ausläufer entwickeln, ist der vorderste am kräftigsten und wächst ungefähr in derselben Richtung wie die Mutteraxe fort, während die andern Seitensprosse mehr schräg nach der Seite wachsen.

Auf diese Art breitet sich die Pflanze recht schnell aus. Da der vorderste und kräftigste Seitenspross die Wachstumsrichtung der Mutteraxe fortsetzt, und da der einzelne Rhizomteil des Sprosses lange lebt, kann man sehr lange, von einer grossen Zahl von Jahrgängen gebildete Sprossketten finden; es wurden solche beobachtet, die über 1 m lang und aus 10 Generationen von Ausläufern zusammengesetzt waren und sie können sicher noch länger werden und aus noch mehr Generationen bestehen."

1. Versuch. An 10 kräftigen, mehrfach verzweigten Rhizomen wurden Anfang Mai

Abb. 17

die noch nicht voll entwickelten Laubblätter entfernt, und zwar so, dass die vom Blattgrund umschlossene Knospe unverletzt blieb. Ergebnis: In 2 Fällen zeigte sich über der Erde Mitte Juli ein 3,5 bzw. 1,5 cm langes Blättchen voll ausgebreitet, sodass ein Wachsen von Bedeutung nicht mehr zu erwarten war. Beim Herausnehmen aus dem Boden zeigte sich, dass die Ursprungsstelle dieses Blattes die Achsel des ältesten Niederblattes an der Balttbasis war. Der Blattgrund dieses Ersatzblattes enthielt eine, wenn auch nur kleine, Verjüngungsknospe. Der oberhalb der Knospe liegende Teil des Rhizoms war eingetrocknet

In den übrigen 8 Fällen war an der Abtrennungsstelle keine Ersatzbildung.

Der Stumpf des Blattstiels und die von ihm umhüllte Knospe war eingetrocknet. Statt dessen zeigten sich an verschiedenen Stellen Seitentriebe, die bereits 3 - 5 cm lang waren und an der Spitze schon grünende Laubblätter trugen. In 2 Fällen hatte der Trieb die Bodenoberfläche durchbrochen und das Blatt fieng an, sich auszubreiten. Das Blatt war in beiden Fällen wesentlich kleiner als ein Normalblatt. Die Länge des Blattsprosses betrug nur 2 cm.

Aus diesen beiden Beispielen und aus dem Vergleich mit unbehandelten Rhizomen geht klar hervor, dass es sich nicht etwa um Seitentriebe handelt, die auch ohne die Behandlung als laubtragende Ausläufer des nächsten Jahres gebildet worden wären. Die Ursprungsstellen der Ersatzausläufer lassen sich am besten aus der Abbildung 18 erkennen. Diese gibt ein charakteristisches Stück eines

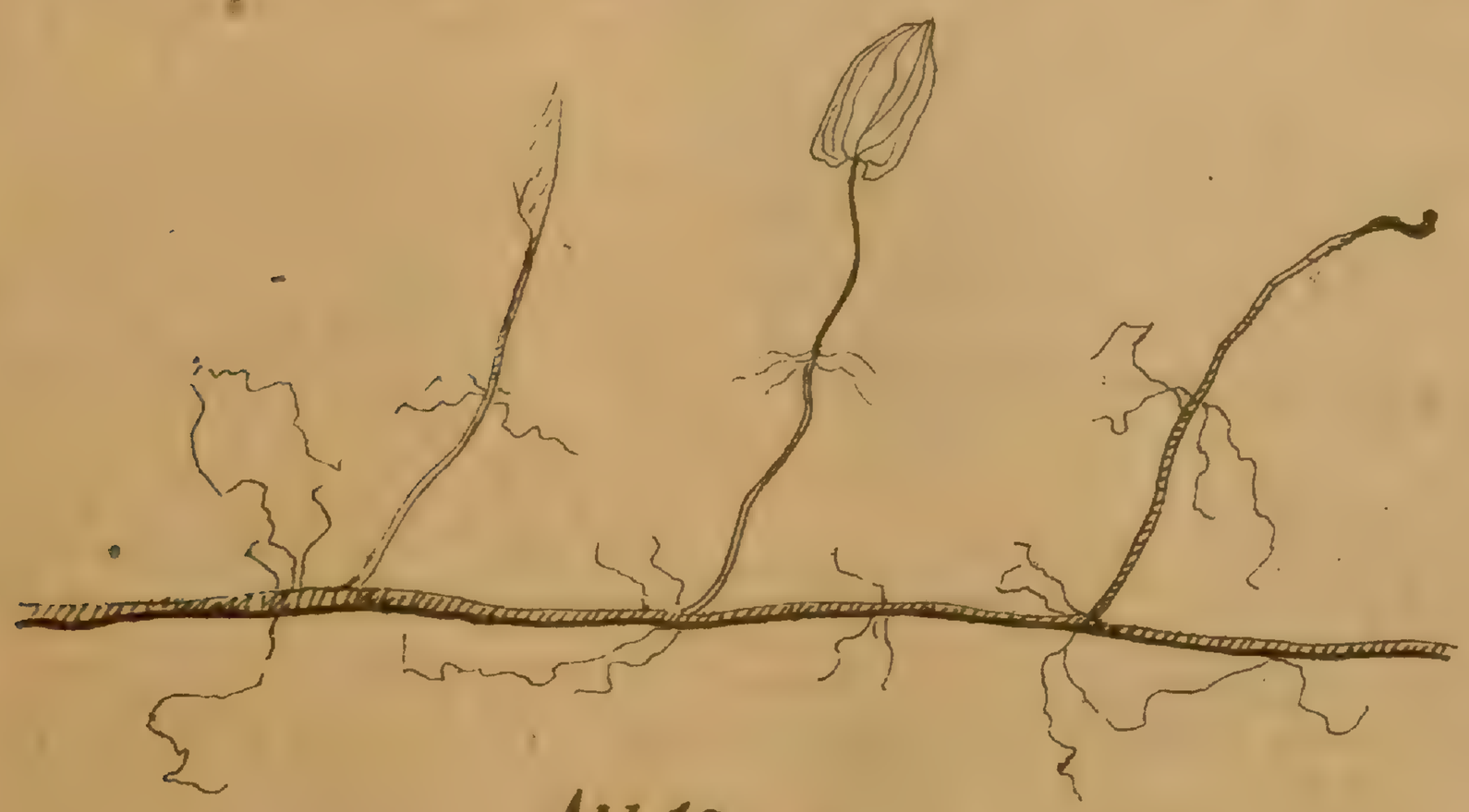


Abb 18

Rhizoms wieder; in einigen Fällen setzten sich die benützten Grundaxen aus mehreren solchen Teilen zusammen mit mehreren Laubblättern. Die Ersatz-Ausläufer waren gebaut wie die normalen Laubblatt-tragenden Ausläufer. Sie gingen hervor aus den Achseln eines Niederblattes, bildeten einen etwa 3 cm langen Abschnitt bis zum 1. Niederblatt, an dessen Basis eine Anzahl Wurzeln seinen Ursprung hatte, darauf setzte sich in 1 cm Entfernung die Knospe, gebildet aus dem jüngeren Laubblatt u. der von ihr umhüllten Verjüngungsknospe.

Versuch 1a. - 10 Rhizome wie in Versuch 1 wurden ebenso behandelt mit dem Unterschied, dass ein Laubblatt erhalten blieb. Ergebnis: An keiner Stelle der ganzen verzweigten Rhizome zeigte sich eine Ersatzbildung.

2. Versuch. An 10 Rhizomen wurde das Laubblatt entfernt, aber so, dass die Verjüngungsknospe und die davor stehenden Niederblattnarben mit abgeschnitten waren. Das Ergebnis war dasselbe wie in den letzten 8 Fällen von Versuch 1, also Ersatz der Assimilationsorgane durch Bildung neuer blattragender Ausläufer.

3. Versuch. Drei Rhizome, die einen blütenbildenden Spross erkennen liessen, und ausserdem noch je einen laubtragenden Ausläufer hatten, wurden wie die vorigen behandelt. Ergebnis: In einem Fall Ersatz durch einen blattbildenden Ausläufer an der ältesten Niederblattbasis des fertilen Ausläufers, in den beiden andern Fällen ein ebensolcher Ersatz aus Knospen am Rhizom, während der fertile Sprossstumpf vertrocknet war. Beschaffenheit und Grösse der Ausläufer war dieselbe wie in den beiden vorhergehenden Versuchen.

4. Versuch. 10 Rhizome mit je 1 Laubblatt und je 2 Verzweigungen wurden kultiviert, nachdem die Spitzenknospe am Rhizom überall entfernt war und zwar auf 1 cm Länge. Ergebnis: In 8 Fällen hatte die nächst jüngste Niederblattachsel die vorhandene Knospe ausgetrieben und zwar waren die jungen Ausläufer zwischen 6 - 10 cm lang und trugen 2 - 4 Niederblätter mit Wurzelkränzen. In einem Fall hatte das drittletzte Glied ausgetrieben und in den 3 letzten Fällen hatte einmal an einem Zweig die jüngste und nächstjüngste, am andern Zweig nur die jüngste, am zweiten Rhizom nur an einem Zweig die zweitjüngste, und am letzten Exemplar keine Knospe ausgetrieben.

Die folgenden Versuche wurden mit je 5 Pflanzen angsetellt.

5. Versuch. Die Spitzen des Ausläufers wurden bis auf 0,5 cm vor dem jüngsten Knoten entfernt. Ergebnis: Von den 11 behandelten Ausläufern hatten 7 an dem

jüngsten Knoten, 3 an dem jüngsten und nächstjüngsten und 1 gar keine Seitenzweige gebildet. Grösse und Beschaffenheit der Neubildungen wie in Versuch 4.

6. Versuch. Der Schnitt wurde in der Mitte zwischen dem jüngsten und zweitjüngsten Niederblatt in der Mitte geführt. Ergebnis: An den 8 behandelten Ausläufern hatten dreimal die jetzt vordersten, also ursprünglich zweitjüngsten Seitenknospen, zweimal die jetzt vorletzten, einmal die jetzt viertletzte und einmal gar keine ausgetrieben.

7. Versuch. An je 3 Pflanzen mit 2 Ausläufern wurde immer das nächstfolgende Internodium entfernt, also an den ersten 3 das zweitjüngste, an den nächsten 3 das drittjüngste u.s.w. Sechs Internodien konnte ich auf diese Art prüfen. Ergebnis: In 75% der Fälle trieb der nächstliegende Knoten seine Knospe aus. In drei Fällen trieben 2 Knoten gleichzeitig und in dem Rest der Fälle war der Ausläufer abgestorben. In einem dieser Fälle trieb der letzte vor der Verzweigung liegende Knoten aus.

8. Versuch. Eine Anzahl Rhizome wurde derart behandelt, dass die vorjährigen Rhizomteile immer um ein Internodium vrkürzt wurden. Ich erhielt diese Teile, indem ich sehr vorsichtig die Rhizome ausgrub und hinter der Abzweigung des vordersten Laubblattes abschnitt. Die weiter rückwärts liegenden Rhizomteile mit den daran sitzenden Laubblättern liess ich unversehrt.

Entsprechend der Bezeichnungsart bei den Rhizomen der andern behandelten Pflanzen sei der ganze Teil der Grundaxe bis zur vorhergehenden Abzweigung mit B, der darauf folgende mit C bezeichnet und die Knoten der Reihe nach beim jüngsten anfangend mit 1, 2, 3 u.s.w.

Schnitt zwischen	Ausgetrieben	Beschaffenheit
B 1 und B 2	B 2	4 cm lang
B 2 " B 3	B 4	3,5 " "
B 3 " B 4	B 4	3,5 " "
B 4 " B 5	C 1	5 " "
B 5 " C 0	-	-

9. Versuch. Rhizomteile, die 2 und 3 Jahre alt waren, wurden von Ausläufern befreit, trugen also auch keine Laubblätter mehr, und dann kultiviert. Ergebnis: An einem Teilstück hatte der mittelste von 5 Knoten einen Ausläufer wie in Versuch 1 gebildet, an den andern 5 war keine Ersatzbildung vorhanden.

10. Versuch. Rhizomteile verschiedenen Alters ohne Knoten wurden kultiviert. Ergebnis: Keines der Stücke zeigte Neubildungen, sie waren zum Teil ganz eingetrocknet, zum Teil waren sie bei der Ernte in den mittleren Partien noch lebend.

Zusammenfassung.

1. Eine Regeneration findet von der Wundfläche aus niemals statt.

2. Bei Verlust des Laubsprosses findet ein Ersatz statt, auch dann, wenn überhaupt kein Laubblatt mehr an dem ganzen Rhizom vorhanden ist. Der Ersatz geht hervor aus den Achselknospen der Niederblätter, die zu kurzen, noch in derselben Vegetationsperiode Laubblatt-entwickelnden Ausläufern werden. Die Stellung dieser Ersatzteile lässt eine bestimmte Anordnungsregel nicht verkennen.

3. Wird die Spitzenknospe am Rhizom entfernt, so tritt der Ersatz durch Ausläuferbildung aus den zunächst liegenden Niederblattachseln ein. Entfernt man weitere Internodien, so findet der Ersatz ebenfalls durch Ausläuferbidlung aus den Knospen der jüngsten Niederblattachseln statt.

Die Knospen an den letztjährigen Trieben sind alle noch entwickelungsfähig, auch ältere treiben häufig aus.

Die Entwickelungsfähigkeit liess sich noch nachweisen bei mindestens 3 Jahre alten Knospen. Rhizomstücke ohne Knoten treiben nicht aus.

POLARITÄT.

Unter Polarität versteht man in der Botanik die Erscheinung, dass sich bei d. Organbildung Spitze und Basis eines Pflanzenteils verschieden verhalten. Spitze nennt man den Teil des Sprosses oder der Wurzel, der dem Hauptvegetationspunkte zugekehrt ist, Basis das entgegengesetzte Ende. Da die Erscheinungen der Polarität bei Neubildungen von Organen, also auch bei Regenerationsvorgängen, besonders augenfällig werden, liegt es nahe, im Zusammenhang mit der Frage der Regeneration auch nach ersterer zu fragen.

Zunächst seien die Wurzeln behandelt. Das normale Verhalten der Sprosse lässt sich etwa so beschreiben, dass Wurzeln an der Basis, Sprosse an der Spitze gebildet werden. Dies normale Verhalten kann man bei Rhizomen nicht erwarten, da das von hinten absterbende Rhizom sich selbst der Wurzeln und damit der Lebensfähigkeit berauben würde. Man muss also für die Pflanzen mit kriechendem Rhizom ein anderes Verhalten als normal bezeichnen.

GOEBEL (3) beschreibt es folgendermassen: "Dieses Rhizom (*Iris psudacorus*) teilt eine Eigentümlichkeit der Wurzelbildung mit andern monokotylen Rhizomen: wir sehen, dass nicht am basalen Ende des horitontal im Boden kriechenden Rhizoms ein Wurzelsystem sich ausbildet. Das wäre schon deshalb eine sehr missliche Einrichtung, weil das Rhizom von hinten abstirbt. Vielmehr sehen wir die Wurzeln hier in nach der Spitze zu fortschreitender Reihenfolge auftreten!"

Um experimentell das Verhalten der behandelten Pflanzen zu prüfen, entfernte ich im April ds. Js. an je drei kräftigen Rhizomen alle Wurzeln. Das Ergebnis war in allen Fällen dasselbe. Neue Wurzeln hatten sich n u r an den bei Vornahme d. Operation noch nicht entwickelten Teilen und am Neuzuwachs gebildet. Auch bei allen andern Versuchen liess sich trotz sorgfältiger Beobachtung keine Neubildung von Wurzeln an voll ausgebildeten Rhizomteilen feststellen. Diese Beobachtungen u. Versuche bestätigen den Satz GOEBELs, dass die bei der Regeneration auftretende Organ-Anordnung bedingt ist durch die an der unverletzten Pflanze herrschende.

Die als normal bezeichnete Neigung der Pflanzen, an der Spitze Sprosse zu bilden, tritt bei den Rhizomen hervor, wenn auch nicht sehr scharf ausgeprägt. Die Übersicht über die Gesamtheit der Versuche zeigt, dass die Knospen am apikalen Ende leichter zum Austreiben gebracht wurden, als die am basalen. Für diese Erscheinung, die der Ausdruck der an der unverletzten Pflanze herrschendn Verhältnisse ist, möchte ich nicht nach besonderen Ursachen, etwa Ernährungsbedingungen, suchen, sondern sie nur als Folgen der Jugend ansehen.

Es wären demnach die beiden Fragen, die GOEBEL (3, p. 220) der experimentellen Morphologie stellt: 1. Wie tritt die Polarität bei den einzelnen Organen auf? 2. Ist dieselbe eine stabile oder labile? für die vorliegenden Fälle folgendermassen zu beantworten:

Die Polarität äussert sich so, dass Wurzeln ausschliesslich an Neubildungen auftreten, die Sprossbildungen nach dem apikalen Ende zu häufiger werden. Die Eigentümlichkeit, dass Wurzeln vor Sprossen sich bilden, ist charakteristisch für Rhizome. Diese Polarität wird auch durch besondere Wachstumsbedingungen nicht geändert, ist also eine stabile.

LITERATUR.

(1) PFEFFER, Pflanzenphysiol. 2. ed. II, p. 207. - (2) GOEBEL, Regeneration. Biol. Zentralbl. 1902. - (3) GOEBEL, Einl. i. d. experiment. Morphol. d. Pf. Leipzig 08. - (4) SCHUMANN in B. D. bot. Ges. XI (1893) p. 158. - (5) KIRCHNER, LOEW und SCHRÖTER, Lebensgesch. Pfl. Mitteleur. 1914, I, p. 647. - (6) A. BRAUN, Das Individuum d. Pfl. Berlin 1853. - (7) IRMISCH, Beitr. z. vergl. Morph. d. Pfl. Halle 1863. - (8) STARCK, Unters. über d. Variabiltät d. Laubbl. an *Paris quadrif.* in Ztschr. f. Bot. VII (1915). - (9) SCHROEDER in Ber. D. bot. Ges. XXXIX, p. 92. - (10) ZWEIGELT in Denkschr. Akad. Wien LXXXVIII (1912). - (11) VOGES in Biol. Zentralbl. XXXII. - (12) LINSBAUER in Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien LXV. - (13) LINDINGER in Beih. Bot. Zentralbl. 1906. - (14) KRYZ in Österr. bot.Ztschr. LX, 6. - (15) BERNATZKY in Math.-Naturw. Ber. Ungarns XVIII (1903). - (16) BERNATZKY in Ann. hist. nat. Mus. Hung. I (1903).

Steindruck von A. Wilutzky, Königsberg Pr.

BOTANISCHES ARCHIV
ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE BOTANIK.
HERAUSGEBER DR. CARL MEZ,
PROFESSOR DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT
KOENIGSBERG.
BAND IV HEFT 3 AUSGEGEBEN AM 1. SEPT. 1923.

Herausgeber: Prof. Dr. Carl Mez, Königsberg Pr., Besselplatz 3 (an diese Adresse alle den Inhalt d. Zeitschrift betreffenden Zusendungen). - Verlag des Repertoriums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49 (Adresse für den Bezug der Zeitschrift). - Alle Rechte vorbehalten. Copyright 1923 by Carl Mez in Königsberg.

Zur Kenntnis der experimentellen Beeinflussung der Wachstumsfaktoren in der Pflanze.

Von P. BRANSCHEIDT (Goettingen).

Die im folgenden mitgeteilten Beobachtungen stellen nicht das Ergebnis abgeschlossener systematischer Untersuchungen dar; es schien mir aber von Interesse, hier einige Tatsachen mitzuteilen, die in Verfolgung entwickelungs-physiologischer Fragen nicht ohne Bedeutung sein dürften.

Helianthus annuus-Pflanzen wurden geköpft, wie das bereits KRAUS (1881), WOLLNY (1885), VÖCHTING (1902 u. 1908) und BERTHOLD (1904) getan hatten und zwar unmittelbar unter dem Köpfchen. Die austreibenden Achselknospen wurden bei schwachen Exemplaren vollständig, bei kräftigeren zum grösster Teil entfernt. Die Morphologie der sich nach dieser Operation ergebenden Entwickelungs-Anomalien ist nach den angeführten Autoren zur Genüge bekannt, sodass Einzelheiten hier nicht besonders betont zu werden brauchen. Hervorzuheben ist aber, dass die **F o r m** dieser Anomalien des Stammes - auf diesen wurde nur geachtet - eine Funktion der Zeit ist, d.h. sie ist abhängig von dem Zeitpunkt, bei dem die Operation vorgenommen wird, genauer gesagt von dem entwickelungsphysiologischen Zustand zur Zeit der Operation. WOLLNY (1885, p. 108) hat diesem Gedanken bei seinen Versuchen wohl Rechung getragen, ohne ihn jedoch weiter zu betonen. Er teilte die am 26. IV. 83 gesäten Sonnenblumen in vier Gruppen; die Pflanzen der ersten Gruppe köpfte er am 11. VI. 83, die der zweiten am 11. VII. 83, die der dritten am 3. VIII. 83, während die vierte Gruppe zur Kontrolle unversehrt blieb. Gruppe III. lieferte Pflanzen mit knolliger Anschwellung und "an dieser Stelle von weicher Konsis-

tenz, sodass sie sich hier wie Rübengewebe schneiden liessen" (1885, p. 111, T. II, Fig. 2). Bei den Pflanzen der I. und II. Gruppe dehnte sich die Anschwellung mehr über den ganzen oberen Teil des Stengels aus, die Blattgelenke und Blattspuren traten stark hervor (Taf. I, Fig. 3). Diesen zweiten Typus hat auch VÖCHTING eingehend beschrieben (1908, Taf, XVIII, Fig. 4).

EXPERIMENTELLES.

Die Angabe eines bestimmten Zeitpunktes nach der Aussaat hat nun natürlich in der pflanzlichen Entwickelung nur relative Bedeutung. So besagen auch WOLLNYs Zeitangaben an sich nicht viel. Es kommt vielmehr darauf an, in welchem entwickelungsphysiologischen Zustand sich die Pflanzen zur Zeit der Operation befinden. Von diesem Gedanken ausgehend, dass die Form der Anomalie eine Funktion der Zeit, besser gesagt des Entwicklungszustandes der Pflanze sei, operierte ich in oben angeführter Weise Sonnenblumen, die Mitte April 1921 ausgesät worden waren. Die Pflanzen standen in Töpfen z.T. im Glashaus auf dem Institut, z.T. vor demselben an der Südostseite. Im Gewächshaus geht bei der meist recht hohen Temperatur die Entwickelung schneller vorwärts; der Stamm wird unten stark daumendick und normalerweise etwa 1,5 - 1,8 m hoch; im übrigen ist die Entwickelung durchaus normal. An geköpften Pflanzen treten Riesenblätter auf, die die Grösse der Blätter normaler Freilandpflanzen erreichen. Die geringe Stammhöhe und -Dicke ist natürlich auch dadurch mitbedingt, dass die Pflanzen in etwa 5 L fassenden Töpfen wachsen, während das Wurzelsystem der Sonnenblume im Freien etwa 1 cbm Bodenraum beansprucht. Die Pflanzen vor dem Gewächshaus entwickeln sich in der kühleren Umgebung langsamer, der Stamm wird kräftiger und auch etwas höher.

Am 15. VI. 21 wurden bis auf einige Kontrollexemplare alle Pflanzen unmittelbar unter dem Köpfchen gekappt. Im Gewächshaus waren die unteren und mittleren Internodien bereits versteift, etwa 20 - 30 cm von oben waren sie noch nicht ganz ausgewachsen und noch ± biegsam (Zuckerregion, vergl. BERTHOLD, BPANSCHEIDT). Bei den vor dem Gewächshaus stehenden Pflanzen war diese Region noch vollständig weich und biegsam, die Versteifung reichte etwa bis zur Mitte der Stammhöhe.

Typus I im Gewächshaus (mittleres Exemplar): Länge bei der Operation 70 cm, Köpfchen ca 5 cm.

Typus II vor dem Gewächshaus (mittleres Exemplar): Länge bei der Operation 58 cm, Köpfchen 2,5 - 3 cm.

Wie erwartet wurde, ergaben die Pflanzen der I. Gruppe Stengel mit rübenartig angeschwolener Spitze, die Blattspuren traten am ganzen Stamm n i c h t hervor, die Blattkissen waren nicht übermässig verdickt; im wesentlichen dasselbe Bild wie bei WOLLNY Gruppe III, Taf. II, Fig. 2. Die Pflanzen der II. Gruppe verdickten sich im ganzen oberen Stammteil; die Blattspurstränge traten stark hervor, die Blattkissen waren sehr stark angeschwollen; im wesentlichen also das Bild bei KRAUS, WOLLNY (Tafel I, Fig. 3; Tafel II, Fig. 2 u. 4) und VÖCHTING (1908, p. 237, T. XVIII, Fig. 4). Der im folgenden aus dieser Gruppe als Typus II beschriebene Stamm war oben allgemein nicht erheblich angeschwollen, sehr stark aber traten die Blattspurstränge und die Blattkissen hervor. Wie der anatomische Befund ergibt, ist hier offenbar die normale Weiterentwickelung durch irgendwelche Umstände der anomalen gegenüber gefödert worden, sodass sich die Versteifung ± schnell über den ganzen Stamm ausdehnte (s. weiter unten)

Die Pflanzen der Gruppe I. wurden am 26. VII. 2., die der Gruppe II. am 6. VIII. 21 konserviert, alle Pflanzen waren gesund und grün. Typus I: ganze Länge am Ende des Versuchs 97 cm, Typus II: 84 cm.

Die von VÖCHTING als Typus II (1908, p. 217, T. XX, Fig. 5) bezeichnete Form der Anomalie ist nicht als gesonderter Typus zu betrachten. Die Verdickung unmittelbar über dem Boden stellt sich bei allen operierten Pflanzen ein, aber in verschiedenem Masse und scheinbar umso stärker, je kürzer die Zone der Verdickung oben ist, bei unsern Formen also bei Typus I. Zu beachten ist dabei, dass sich diese Hypertrophie unten erst einstellt, wenn das anomale Wachstum oben allmählig zum Stillstand kommt. - Zwischen den von uns als Typus I und Typus II be-

zeichneten Formen gibt es natürlich alle Übergänge, sodass diese Bezeichnungen keineswegs prizipiell verschiedene Anomalien bedeuten.

In diesem Sommer (1922) wurden diese Versuche sowohl im Glashaus als auch an den erheblich kräftigeren Freilandpflanzen der Versuchsparzelle des pflanzenphysiologischen Instituts wiederholt. Das Ergebnis war dasselbe wie im Vorjahre. Die diesjährigen anomalen Pflanzen wurden in erster Linie auf Inhaltsstoffe untersucht, z.T. in frischem Zustand, z.T. nach mehrmonatlicher Konservierung in Alkohol.

Zu erwähnen bleibt noch, dass das untersuchte Exemplar vom Typus I. oben aufgeplatzt ist (vergl. VÖCHTING 1900; 1908, 54; FRANK 1895. 1, 113). Zwei mm von oben ist der Spalt ca 7 mm breit und 7 mm tief; bei 6,5 cm ist er 12 mm breit und 2 mm tief; tiefer hinab nähern sich die Ränder allmählig, sodass bei 18 cm von oben der Stammumfang wieder völlig intakt ist.

Blätter, Blattstiele und Wurzeln sind im folgenden nicht weiter berücksichtigt.

ANATOMIE.

Die Anatomie der anomalen Pflanzen ist durch KRAUS und VÖCHTING im wesentlichen bekannt. Zum besseren Verständnis der hier besonders betonten Veränderungen, die bisher in der Literatur nicht erwähnt sind, halte ich es für geboten, ohne auf bekannte Einzelheiten einzugehen, die Anatomie von Typus I und Typus II noch einmal kurz darzulegen.

Typus I. - Die angegebenen Abstände der Querschnitte gelten von der Spitze gegen die Basis hin gemessen.

2 cm von oben, grösste Dicke der Anschwellung. Rinde 2,5 mm, Bündelzone 2 mm, Markdurchmesser 20 x 15 mm, Zahl der Bündel ca 60, 20 cm tiefer ca 44.

Der Bau der Rinde, der Bündelzone und des Marks mit ihren anomalen Zellformen ist von KRAUS (381), VÖCHTING (1908, 213, 223, 232, Taf. XIV, Fig. 26), SCHROEDER (9, Fig. 7) und KÜSTER (365, 366) eingehend beschrieben worden. Die Zellen der Stärkescheide nehmen an diesen Deformationen nicht teil. Hervorzuheben ist, dass die Ölgänge in der Rinde stark erweitert sind und z.T. ziemlich dicht unter der Epidermis liegen, und zwar liegen hier die weitesten - bis 1 mm Durchmesser -, weiter innen die engeren. Im Mark liegen die engsten Ölgänge gleichfalls nahe der Bündelzone vor dem Holzteil der Bündel; grössere -0,3 - 0,5 mm - liegen unregelmässig verteilt durch das ganze Mark. Verholzung (KRAUS 380) zeigt der ganze Querschnitt nur in den älteren Gefässen und in den Längsmembranen einiger Siebröhren (vergl. BOODLE 180, 181). Die Siebteile sind in radialer Richtung 8 - 10, in tangentialer etwa 20mal so gross wie die Holzteile. Besonders zu betonen sind die sehr grossen Chlorophyllnester (verg. PETERS, 19) unter den Spaltöffnungen, und zwar enthalten diese Chlorophyllzellen z.T. bis zur mittleren Rinde reichend, sehr viel ± grobkörnige Stärke. In der Stärkescheide weniger Stärke und in kleineren Körnern. Als weitere Besonderheit ist zu erwähnen, dass die Spaltöffnungen stellenweise stark über die Epidermis emporgehoben sind. Das Auftreten und die Verteilung von Stärke und das Hervortreten der Spaltöffnungen ist noch prägnanter bei Typus II und soll darum auch erst weiter unten eingehender behandelt werden. Die Epidermis ist in dem angeschwollenen Stengelteil ausserordentlich stark behaart. Auf Längsschnitten macht diese Partie einen gestauchten Eindruck.

6,5 cm. Rinde 0,5 - 1 mm, Bündelzone 1 mm, Markdurchmesser 16 x 12 mm. Parenchym weniger locker. In den Bündeln bereits mässig starke Verholzung, ebenso sind die Fasern auf dem Sieb- und Holzteil schon verholzt. In den Siebröhren nur noch geringe Verholzung, Siebteile ± normal. Kollenchym peripher erheblich stärker; Ölgänge erheblich enger und näher an der Bündelzone. Stärke: Peripher deutlich weniger, in der Stärkescheide aber mässige Zunahme. Abnahme der emporgehobenen Spaltöffnungen.

16 mm. Rinde 1,5 mm, Bündelzone 1 mm, Markdurchmesser 12 x 10 mm. Auffällige radiale Streckung der innern und mittle-

r e n R i n d e n s c h i c h t e n. Kollenchym aussen stärker. Mark normal, peripher im Anschluss an die verdickten Markstrahlen und an das meist verdickte Primärholz gleichfalls verdickt und verholzt. Das innere, dauernd zarte Mark lässt sich in drei Schichten gliedern, eine periphere stark geteilte, eine zentrale noch stärker geteilte Zone und dazwischen eine mittlere Regionmit nur wenigen oder keinen sekundären Querwänden, aber e i n z e l n e n v r h o l z t e n Z e l l e n (Einzelheiten siehe weiter unten). Stärke: aussen langsame Abnahme; in der Stärkescheide nur noch Spuren. Nur noch wenige schwach emporgehobene Spaltöffnungen zu erkennen.

26 cm. Rinde 0,5 - 1 mm, Bündelzone 1,1 mm, Markdurchmesser 16 x 13 mm. Querschnittsbild im wesentlichen ganz normal. Zunahme der Verholzung im äusseren und in der mittleren Region des inneren Marks. Stärke: aussen geringe Abnahme, Stärkescheide frei.

Weiter nach unten nimmt peripher die Stärke zunächst weiter ab bis etwa 46 cm von oben, dann erfährt sie schnell wieder eine geringe Anreicherung bis 56 cm; bei 68 cm von oben sind peripher und in der Stärkescheide dagegen nur noch Spuren zu erkennen. Dafür ist Stärke aber auch spurenweise hier und da in der mittleren Rinde aufgetreten.

80,5 cm, ca. 16 cm über dem Boden. Rinde 1 - 1,3 mm, Bündelzone 4 mm, Markdurchmesser 15 x 14 mm. Starke Zunahme der Stärke in der Stärkescheide und peripher in den Chlorophyllnestern. I n d e r M i t t e l r i n d e b i s z u r S t ä r k e s c h e i d e u n d i m p e r i p h e r e n K o l l e n c h y m i n f e i n s t e r V e r t e i l u n g g e r i n g e S t ä r k e m e n g e n.

Am Boden bietet die primäre Rinde anatomisch im wesentlichen dasselbe Bild wie oben an der Spitze, 2,5 mm, Bündelzone 7 - 7,5 mm, Markdurchmesser 8 x 6 mm. Die lockeren Zellen der Rinde sind aber nicht zart wie oben, sondern mässig stark kollenchymatisch verdickt. Die Ölgänge - sehr eng - liegen nicht mehr in der primären Rinde, sondern in Gruppen zu mehreren (verg. SCHROEDER 13, 21, 28) in 3 - 4 konzentrischen Ringen innerhalb der Stärkescheide. In dieser selbst liegen sie etwa 80 cm von oben. Wenig Stärke in der Stärkescheide, geringe Mengen in feinster Verteilung in einigen peripheren Rindenschichten. Die Chlorophyllnester fehlen hier unten, ebenso die Spaltöffnungen. Das Mark ist an der ganzen Pflanze stärkefrei, an der Anschwellung über dem Boden hat es nicht teilgenommen. Die peripheren Schichten des zarten innern Marks sind stark geteilt, eine mittlere Schicht ist ohne Teilungen, die zentrale Region ist hohl.

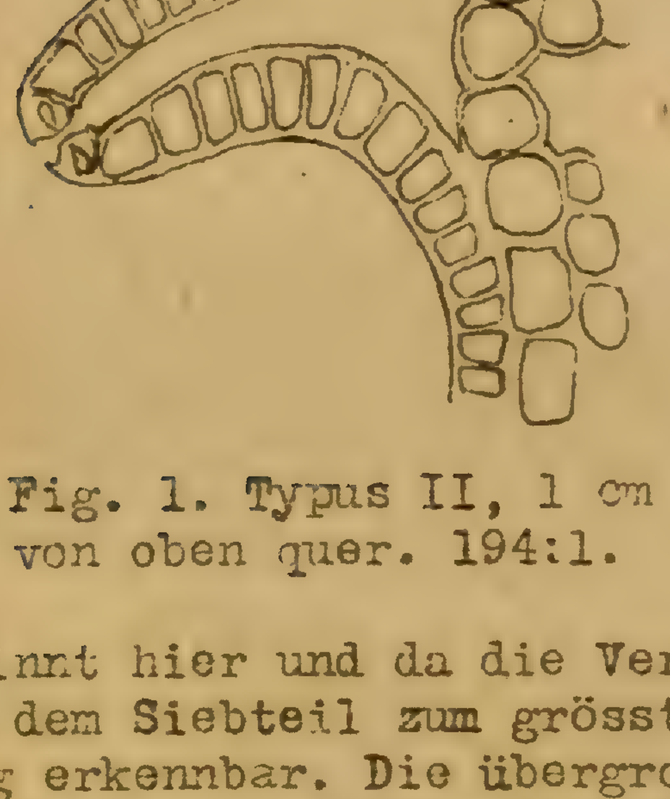


Fig. 1. Typus II, 1 cm von oben quer. 194:1.

Typus II.- 1 cm von oben. Rinde 1 mm, Bündelzone 1 mm, Markdurchmesser 9 mm. Rinde gedehnt, im übrigen aber doch ± normal, in den Rippen am breitesten. Grosse Ölgänge (bis 0,25 mm) in der Mittelrinde. Mark ± normal, zwischen den Rippen, vor den Bündeln stark radial gedehnt (vergl. dazu GRABBERT, 47, fig. 21). In den stärksten Bündeln beginnt hier und da die Verholzung des Parenchyms zwischen den Gefässen. Fasern auf dem Siebteil zum grössten Teil stark verholzt. Im Siebteil selbst keine Verholzung erkennbar. Die übergrosse Mehrzahl der Spaltöffnungen ist stark über die Epidermis hervorgehoben (vergl. Fig. 1). Stärke: C h l o r o p h y l l n e s t e r sehr zahlreich und v o l l g e p f r o p f t mit ziemlich kleinen Körnern; in d. Stärkescheide viel, grobkörnig. Sehr fein verteilte Stärke in den Bündeln, besonders in den grössten, maximal gegen die Cambiumzone zu, innen am meisten um die Gefässe. Etwa dieselbe Stärkemenge in denselben feinen Körnern enthalten auch die primären und sekundären Markstrahlen. Gegen das Mark hin verliert sie sich, geht

aber in feinster Verteilung in 1 - 2 Schichten um die grossen Bündel herum. Um die Ölgänge keine Stärke. Feinste Stärkekörnchen in mässiger Menge auch im Cambium selbst. Mässig viel rotviolet gefärbte Stärke in den Siebröhren.

5 cm. Rinde 1 - 1,5 mm, Bündelzone 1 - 1,25 mm, Markdurchmesser 12 mm. Rinde stärker gedehnt als bei 1 cm von oben. Ölgänge weiter und mehr nach aussen gelagert bis vor's Kollenchym. In der Bündelzone überall die Verholzung des Primärholzes ± stark; vor dem Cambium bleiben im ganzen Stamm einige Schichten dauernd zart. Fasern innen und aussen auf den Bündeln stark verholzt. Mark ± normal. Spaltöffnungen stark emporgehoben, aber in etwas geringerer Zahl. S t a r k e Z u n a h m e d e r S t ä r k e, d i e C h l o r o p h y l l n e s t e r s i n d d a v o n ü b e r s c h w e m m t, auch die angrenzenden Kollenchymzellen sind noch ganz damit erfüllt. Wo die Spaltöffnungen ziemlich dicht zusammenliegen, enthält das ganze Kollenchym zwischen ihnen Stärke in grosser Menge, bis zur Mittelrinde dehnt sie sich aus, hier besonders um einige Ölgänge. Die Körner sind ziemlich klein, aber doch erheblich grösser als die in der Bündelzone, dagegen nur etwa 1/20 der Körner in der Stärkescheide. In dieser auch sehr starke Zunahme, ebenso in der Bündelzone, besonders gegen das Cambium hin. In den breiten, noch vollständig zarten primären Markstrahlen mässig viel, erheblich weniger aber als im Rindenkollenchym. Gegen das Mark zu nimmt die Stärke deutlich ab, reicht aber in breiterer Zone als oben bis vor die Bündel. Wie in den primären Markstrahlen auch mässig viel in zarten peripheren Holzparenchym, im Cambium und in den zarten Parenchymstreifen zwischen den primären Gefässen, besonders um diese herum, maximal in den grössten Bündeln. Im Siebteil keine Stärke.

11 cm. Rinde 1,25 - 1,5 mm, Markdurchmesser 11,5 - 12 mm. - S e h r s t a r k e r a d i a l e D e h n u n g d e r m i t t l e r e n u n d i n n e r e n R i n d e. Die Stärkescheide nimmt nie an der Deformation der Rinde teil (siehe auch Typus I). Stärkere Verholzung in der Bündelzone. Das Parenchym zwischen den primären Gefässen stark kollenchymatisch verdickt aber noch unverholzt. Abnahme d. Spaltöffnungen, diese sind auch nicht mehr ebenso stark emporgehoben, aber doch noch stark anomal. Erhebliche Abnahme der Stärke in allen Regionen. In und neben den kleinen Bündeln keine Stärke mehr, ebenso wenig im peripheren Mark. In den breiten Markstrahlen peripher noch deutlich geringe Mengen, ebenso im peripheren zarten Parenchym des Holzteils und im Cambium. In einzelnen Siebröhren wenig rotviolet gefärbte Stärke.

17 cm. Rinde 0,5 - 1 mm, Bündelzone 1,3 - 1,5 mm, Markdurchmesser 13 mm. Rinde erheblich verschmälert, keine radiale Dehnung mehr. Verholzung in der Bündelzone nimmt nach unten stetig zu. Stärke: wohl etwas weniger als bei 11 cm, Siebteil frei davon. Abnahme der Spaltöffnungen.

30 cm. Rinde 0,5 - 1 mm, Bündelzone 1,75 - 2 mm, Markdurchmesser 13 - 14 mm. Rinde wie bei 16 cm normal. In der Bündelzone sehr starke Verholzung. Zwischen den primären Gefässen nur noch wenig zartes Parenchym. Auch die primären Markstrahlen sind bis zum peripheren Mark hin verholzt, z.T. bis zur Mitte der grössten Bündel. Das periphere Mark selbst ist noch zart. Vor dem Cambium in Bündeln und Markstrahlen keine Verholzung. Deutliche Zunahme der Stärke peripher in der Rinde und in der Stärkescheide; z.T. geht die Stärke feinkörnig durch die ganze Rinde hindurch, ohne besondere Orientierung zu bestimmten Bündeln. In der Bündelzone hat infolge der weiteren Verholzung die Stärke an Ausdehnung abgenommen. (Einzelheiten über das gesetzmässige Verhalten der Stärke bei der Verholzung, bes. in der Bündelzone, finden sich in meiner Arbeit: "Zur Anatomie u. Entwickelungsgeschichte von *Chaerophyllum aureum*, insbesonere seiner Achsengelenke", Beih. Bot. Zentralbl. 1923, 40.). In den peripheren zarten Partien vor dem Cambium und in diesem selbst ist die Stärkemenge aber scheinbar grösser, wenigstens hat die Grösse der Körner zugenommen, dasselbe gilt für die zarten peripheren Partien der Markstrahlen. In den Siebröhren viel rotviolet gefürbte Stärke, im Siebparenchym weniger. I m z a r t e n M a r k p e r i p h e r i s t j e t z t d e u t l i c h f e i n v e r t e i l t e S t ä r k e zu erkennen in mehreren Schichten bis vor die Bündel, besonders da, wo in der ganzen Rinde die Stärke verteilt ist.

44,5 cm. Rinde 0,5 - 1 mm, Bündelzone 2 mm, Markdurchmesser 15 mm. Rinde wie vorher. Die Verholzung schiebt sich ins Mark hinein vor, sodass hier eine ä u s s e r e Zone verholzt ist, während das i n n e r e Mark dauernd zart bleibt (siehe weiter unten). Abnahme der Spaltöffnungen, keine emporgehobenen mehr zu erkennen. Stärke peripher wohl weniger konzentriert aber weiter ausgedehnt als bei 30 cm. In der Stärkescheide Zunahme. Starke Zunahme im Siebteil, besonders in den Siebröhren. Vor dem Cambium und in diesem wohl wie vorher. Im zarten, peripheren, i n n e r e n Mark stellenweise deutlicher Zunahme, auch weitere Ausdehnung bis i. mittlere innere Mark, aber keine Konzentrierung um die Ölgänge. Das verholzte äussere Mark ist noch stärkefrei, ebenso sind die verholzten Markstrahlen ohne Stärke.

59 cm. Rinde 0,5 - 1 mm, Bündelzone 2 - 2,2 mm, Markdurchmesser 15 mm. Nur noch selten Spaltöffnungen zu finden; die Chlorophyllnester fehlen. Die Verholzung in den Markstrahlen und im ä u s s e r e n, schmalen Mark ist fertig. Deutliche Zunahme der Stärke. D i e R i n d e e n t h ä l t w e n i g b i s m ä s s i g v i e l ± f e i n k ö r n i g e S t ä r k e i n i h r e r g a n z e n A u s d e h n u n g. In der Stärkescheide wohl etwas Abnahme. In der Cambiumregion schwache Zunahme, im peripheren innern Mark wesentlich wie vorher.

73,5 cm. Rinde 0,5 - 1 mm, Bündelzone 3,5 - 4 mm, Markdurchmesser 13 mm. Die Ölgänge sind erheblich enger als höher hinauf und soweit nach innen gerückt, dass sie in der Stärkescheide liegen. Starke Zunahme der Stärke. I n d e r g a n z e n R i n d e v i e l f e i n k ö r n i g e S t ä r k e, m a x i m a l p e r i p h e r i m K o l l e n c h y m, das jetzt nach unten im Stamm an Verdickung abnimmt. In der Cambiumzone, in den peripheren zarten Partien der Bündel und Markstrahlen viel. V i e l S t ä r k e a u c h i m p e r i p h e r e n i n n e r e n M a r k b i s s t e l l e n w e i s e i n s m i t t l e r e i n n e r e M a r k h i n e i n; zentrales inneres Mark zum grössten Teil schon zerfallen. Im Anschluss an das innere Mark j e t z t a u c h i m ä u s s e r e n v e r h o l z t e n M a r k u n d i n d e n M a r k s t r a h l e n h i e r u n d d a w e n i g S t ä r k e i n g r ö b e r e n K ö r n e r n.

86 cm, am Boden. Rinde 1 - 1,5 mm, Bündelzone 6,5 mm, Markdurchmesser 7 mm. Rinde erheblich breiter, radial gestreckt, nicht soviel gelockert wie bei Typus I. Die Ölgänge liegen innerhalb der Stärkescheide. Stellenweise zwei durch mehrere Schichten voneinander getrennte Stärkescheiden. Nur vereinzelte, mässig verdickte Bastfasern. Erhebliche Abnahme der Stärke. Noch wenig, feinverteilt durch die ganze Rinde. Stärkescheide mässig viel, ebenso in den Siebröhren. Cambiumzone und anschliessende zarte Partien frei oder doch vielleicht noch feinste Spuren in den primären Markstrahlen. Mark vollständig frei von Stärke.

Über die Zellteilungen bei beiden Typen ist zusammenfassend zu sagen, dass diese Veränderungen - besonders bei I. oben - im Mark stets zentral ihren Anfang nehmen (vergl. auch VÖCHTING 1900, 34, 45). Hier sind die Teilungen auch stets am zahlreichsten. Peripher ebenfalls zahlreiche sekundäre Teilungen, w ä h r e n d d i e s e i n e i n e r m i t t l e r e n R e g i o n oben in der Anschwellung fast, darunter ganz f e h l e n. In der Rinde liegen die Dinge ähnlich, nur hören hier die Teilungen mitten eher auf als innen. Ganz unten sind sie wie im Mark wieder zahlreicher durch die ganze Rinde hindurch, auch in der Epidermis.

Zu betonen ist auch noch die V e r h o l z u n g i m M a r k. Es hatte zuerst den Anschein, als ob diese Verholzung bei I in näherem Zusammenhang mit dem Längsspalt stehen könnte. Doch zeigte sich, dass alle daraufhin untersuchten Exemplare von I und II dieselbe Art der Verholzung im Mark aufweisen. In der mittleren Region des Marks, die ± frei ist von sekundären Zellteilungen, treten einzelne verholzte Zellen auf, nachdem bereis das periphere Mark (bei I, 16 cm v. oben) oder die Markstrahlen (bei II, 22 cm v. o.) verholzt sind. Die Verholzung erreicht ein Maximum in I bei 26 cm, in II bei 38 cm von oben. Die Zahl der verholzten Zellen ist recht beträchtlich, ebenso ihre Wanddicke; diese Zellen haben z.T. recht starke Auswüchse. Das zentrale Mark und eine periphere Zone des inneren Marks bleiben stets frei von Verholzung. Die zentrale Partie stirbt unten bald

ab. Unterhalb des Maximums ist die Verholzung zunächst schwächer, wird aber in I bei 56 cm wieder stärker, nimmt bis 68 cm wieder ab - hier hören die zentralen sekundären Teilungen auf - und ist bei 80,5 cm wieder viel stärker; hier beginnt das zentrale Mark mit dem Zerfall. Am Boden nur geringe Verholzung. Bei II nimmt unterhalb des Maximums die Verdickung langsam ab und erreicht dann 15 cm über dem Boden ein zweites aber schwächeres Maximum. Am Boden sind nur wenige Zellen verholzt, die Verdickung ist aber stärker als höher hinauf. Stärke wurde in den verholzten Zellen nie gefunden.

Von anatomischen Besonderheiten erwähne ich noch das auffallend deutliche Hervortreten des CASPARY-schen Streifens in der Stärkescheide in der untern Stammhälfte.

INHALTSSTOFFE.

Über die Verteilung der Aschenbestandteile in anomalen Sonneblumen liegen Daten vor von HOLTHUSEN. Es ist unten darauf einzugehen.

Was zunächst die Assimilate angeht, so ist das anomale Auftreten der Stärke in Rinde, Bündelzone und Mark (Typus II) oben eingehend analysiert; später ist noch darauf zurückzukommen.

Inulin fand SCHROEDER (62) im Hypokotyl sehr wenig, nach oben zunehmend. Ich fand kein Inulin, was die Angaben - für die normale Pflanze - von VÖCHTING (1894, 707), PRANTL (1870, 42, 46), HUSEMANN (1882 I, 138) und FISCHER (1898, 85, 89, 103) bestätigt. Die in grosser Menge im Alkoholmaterial vorhandenen Sphaerokristalle erweisen sich bei eingehender Analyse als Calciumphosphat (siehe unten).

Die mikrochemische Zuckeranalyse (Sommer 1922) ergab kurz folgendes:

T y p u s I. - Ganze Länge 113 cm, oben stark angeschwollen, unten erst wenig. 2 cm von oben 20 mm Durchmesser in der Aufschwellung viel Zucker in der Rinde und im peripheren Mark.

3,5 cm.	18 mm	Durchm.	viel mehr Zucker,	besonders im zentralen u. mittl. Mark.
10 "	12 "	"	starke Zunahme.	
16 "	12 "	"	alles mit Zucker überschwemmt.	
26 "	12 "	"	weitere, enorme Zunahme,	hier Maximum.

Nach unten starke Abnahme; am Boden im peripheren Mark noch viel, weniger im mittleren Mark und in der Rinde.

T y p u s II. Ganze Länge 89 cm, oben weniger, unten stark verdickt. Enorm viel Zucker, maximal oben bei etwa 17 cm; unten etwa 10 cm über dem Boden ein zweites Maximum. Zwischen beiden Maxima aber auch viel Zucker.

An anorganischen Salzen fand ich Nitrat z.T. recht viel, maximal etwa 16 cm (Typ I) von oben, also etwa 10 cm über dem Zuckermaximum. In der Anschwellung oben recht wenig, nach unten, unterhalb des Maximums, ist die Abnahme auch ± stark; am Boden kein Nitrat.

Calciumphosphat. - Typus I am 15, VIII. 22 in Alkohol gesetzt, untersucht am 18. IX, 22. - 3 cm von oben stärkste Breite. Wenig gelbliche bis bräunliche Sphaerokristalle (SCHNEIDER 1922, 178) von Calciumphosphat im peripheren und mittleren Mark, nur selten in der mittleren Rinde. Nach unten (8 cm v. o.) ist zunächst die Zunahme schwach im mittleren Mark und in der mittleren Rinde. Im zentralen und peripheren Mark ist hier nichts. Tiefer hinab ist dann die Zunahme stärker, besonders im mittleren Mark und in der mittleren Rinde, etwas Calciumphosphat aber auch im peripheren Mark und in den Markstrahlen. Das Maximum wird erreicht bei etwa 26 - 30 cm von oben. Die Kristalle sind sehr gross und zusammengeschlossen. Weiter nach unten erfolgt ± langsame Abnahme im Mark sowohl als in der Rinde, hier aber viel stärker als im Mark, sodass bei 47 cm von oben kein Calciumposphat in der Rinde mehr vorhanden ist, während hier im mittleren, besonders aber im peripheren innern Mark eine sehr starke Zunahme wieder stattgefunden hat. Bei 62 cm v. o. ist die ganze Menge im Mark wesentlich dieselbe wie bei 47 cm, im mittleren Mark vielleicht etwas geringer. Dann erfolgt weitere Zunahme, sodass bei 78 cm, ca 30 cm über dem Boden, ein zweites Maximum zu verzeichnen ist. Das periphere äussere, stark verdickte und das periphere innere, zarte

Mark sowie die stark verdickten Markstrahlen sind mit Sphaerokristallen vollgepfropft. Die Rinde ist vollständig frei. Bei 15 cm über dem Boden hat diese Menge erheblich nachgelassen, bleibt aber dann bis zum Boden wesentlich dieselbe, vor allem in den Markstrahlen. Wir haben also im Mark zwei Maxima, und zwar fällt das obere im wesentlichen zusammen mit dem Zuckermaximum (vergl. BERTHOLD II, 163). Hier liegt auch das Rindenmaximum. Das absolute Maximum im Mark liegt tiefer in den fertigen Internodien, aber nicht im Hypo- und Epikotyl.

Über das Calciumoxalat ist zu sagen, dass es ganz oben fehlt, ebenso in der gesamten Rinde. Im Mark reichert es sich zunächst im ganzen Querschnitt, dann aber mehr peripher an. Das Maximum fällt auch im wesentlichen mit dem Zucker-Maximum zusammen, nach oben reicht es bis ins Nitratmaximum (16 cm v. o.), nach unten auch ziemlich weit (36 cm v. o.), um bis zum Boden dann langsam abzunehmen.

Weitere eigene Untersuchungen liegen hier nicht vor.

HOLTHUSEN hat bei seinen Analysen den Typus II (1906, 6) vorgehabt, wo der ganze obere Stengelabschnitt an der Hypertrophie teilgenommen hat. Er untersucht neben Blatt, Blattstiel und Blattkissen den Stamm "oben und unten". Nach den Untersuchungen über die chemisch-physiologischen Gleichgewichtsverhältnisse in der Pflanze, speziell bei *Helianthus annuus* (BERTHOLD, BRANSCHEIDT) sind diese Bezeichnungen "oben" und "unten" nicht ausreichend, um die Verteilung der Salze in der Längsaxe der Pflanze zu präzisieren. Das gilt im vorliegenden Fall besonders und noch mehr für Typus I, bei dem die starke Hypertrophie nur eine kurze Spitzenpartie einnimmt. In dieser Hypertrophie liegt aber weder das Maximum der Assimilate (vergl. auch VÖCHTING 1900, 65) noch das Phosphat- und Nitratmaximum; diese liegen alle tiefer, etwa in derselben Region wie in der normalen Pflanze.

HOLTHUSENs Analysen ergeben, dass im anomalen Stamm mehr Salze vorhanden sind als im normalen, ausser K und Na. Besondere Anreicherung haben Ca und Mg erfahren, und zwar nimmt ihre Menge nach "oben" stark zu. Schwefel ist ± gleichmässig verteilt, doch ist "oben" immer etwas mehr vorhanden. Kieselsäure nimmt "oben" stark ab, desgl. Eisen, Kalium und Natrium.

IWANOFF fand die Phosphate in jungen, noch nicht entwickelten Teilen konzentriert (371). SCHIMPER gibt für die Phosphate eine mehr gleichmässige Verteilung in den chlorophyllfreien Schichten der Rinde und des Marks an (1890, 22). PETERS fand ein Verhalten, das sich mehr an das des Zuckers anschliesst (BERTHOLD II, 163). Ähnliches zeigten die oben beschriebenen anomalen Pflanzen, das absolute Maximum liegt aber hier in den fertigen Internodien. HOLTHUSEN fand im anomalen Stamm viel mehr als im normalen, "oben" mehr als "unten" (39/41).

Im Hinblick auf die Frage nach den Ursachen des anomalen Wachstums wäre es natürlich erwünscht, die absolute und relative Lage der Maxima im normalen und anomalen Stamm zu kennen.

Nachzutragen sind hier noch einige Bemerkungen über den bei Typus I aufgetretenen Spalt. Das Platzen der Rinde, überhaupt fleischiger Pflanzenteile, ist, wie VÖCHTINGs Versuche dartun, bedingt durch zu starken Turgordruck bei starkem, radialem Wachstum (VÖCHTING 1900, 64; 1908, 54; FRANK 1895, 1, 113; SORAUER 1909, 1, 321). Der Spalt verliert sich, wie oben angegeben, bei etwa 18 cm von der Spitze. Zunächst reicht er durch die Bündelzone hindurch bis in die mittlere Markregion hinein. Bei der Regeneration der Bündelzone unter den Rissflächen ist das am tiefsten im Mark gelegene das stärkste. Wenn sich nun nach unten der Riss abflacht, behält dieses Bündel seine Lage im Mark bei; es wird zusammen mit einigen angrenzenden Bündeln lansam isoliert, während sich weiter aussen die Bündelzone allmählig wieder schliesst. Zunächst bleibt also im Mark eine V-förmige Bündelgruppe liegen, die sich tiefer hinab langsam zusammenschliesst. Bei 26 cm von oben ist sie o-förmig und bald kreisförmig geschlossen, nicht im Zentrum des Marks, sondern in einer mittleren Region. Wir haben demnach einen aus mehreren einzelnen Bündeln gebildeten Bündelring vor uns, der seiner Entstehung nach innen die Siebteile, aussen die Holzteile trägt. Dieser konzentrische Bündelring zählt bei 6 - 16 cm von oben etwa 8, bei 26 cm v. o., vor der Ring sich zu

schliessen beginnt, ca 22 Bündel; bei 37 cm v. o. entspricht die Zahl der Einzelbündel genau der der normalen Bündelzone, 35 - 36. Innerhalb dieser pathologischen Bündelzone liegt, durch die Art der Entwicklung dieses Bündelringes bedingt, Rindengewebe vor dem Siebteil. In mehreren Schichten ist dieses Gewebe denn auch mässig kollenchymatisch verdickt. Der zentrale Teil aber, der offenbar oben noch nicht in Rindengewebe umdifferenziert war, ist auch tiefer hinab zartes Markgewebe geblieben. Bei 30 - 37 cm v. o. ist diese Region mässig verholzt mit zahlreichen Tracheiden. Weiter nach unten bildet sich diese zentrale Partie zu einem konzentrischen Bündel um, in der Mitte die Gefässe in der kollenchymatischen Zone die engen Siebteile. Ausserhalb des anomalen Bündelringes liegen mehrere kleine konzentrische Bündel mit innerem Phloem. Von innen nach aussen ergibt sich also folgende Reihenfolge der Gewebe: Gefässteil, Siebteil, kollenchymatische Rindenzone, Siebteil-Ring, Holzteil-Ring(35 - 36 Einzelbündel), normales Mark mit mehreren kleinen, konzentrischen Bündeln.

Beachtenswert ist, dass sich diese anomale Bündelregion so weit nach unten fortsetzt. Bei 40 cm v. o. ist die Ausbildung noch dieselbe wie oben erläutert, dann verliert sich zunächst das zentrale konzentrische Bündel, dann der konzentrische Bündelring und die äusseren im Mark zerstreuten Bündel, bis zuletzt bei 47 cm v. o. nur noch die kollenchymatische schwach verdickte Rindenpartie als kleiner Komplex im normalen Mark zu erkennen ist. Diese Region verschwindet dann auch schnell.

ZUSAMMENFASSUNG DER HAUPTSÄCHLICHSTEN ERGEBNISSE.

Fassen wir die nach dem Köpfen der Sonnenblume aufgetretenen Anomalien kurz zusammen, so ergibt sich als augenfälligste Veränderung am Stamm die s t a r k e A n s c h w e l l u n g oben und unten, unten immer später einsetzend als oben. Das M a r k ist nur in seinem oberen Teil, in der hypertrophischen Zone gedehnt, z. T. wenig (Typus II), z. T. stark (Typus I). Sehr starke Verbreiterung zeigt auch bei I oben die B ü n d e l z o n e, besonders die Siebteile. Bemerkenswert ist das Verhalten der R i n d e, besonders bei Typus I. Hier ist sie oben und unten in der Hypertrophie stark gedehnt und ± gelockert. Oben nimmt sie mit der Hypertrophie schnell ab, um dann in Höhe des Nitratmaximums wieder eine erhebliche radiale Dehnung aufzuweisen. Bei II liegen diese Verhältnisse nicht ebenso prägnant, die starke radiale Dehnung 11 cm von oben ist aber doch recht deutlich. Unterhalb dieser radialen Dehnung ist die Abnahme der Rindenbreite dann sehr plötzlich, so ist sie in beiden Fällen 6 - 10 cm tiefer - in Höhe des Zuckermaximums - nur noch 1/3 so stark. Weiter nach unten bleibt diese Breite zunächst erhalten, um dann über dem Boden allmählig stärker zu werden.

Die V e r h o l z u n g i m M a r k erstreckt sich nur auf eine mittlere Markregion, während die zentrale Partie und die periphere Zone des innern Marks solche verholzten Zellen nicht aufweisen. In dieser mittleren Markregion fehlen auch s e k u n d ä r e Z e l l t e i l u n g e n. Das Maximum der Verholzung liegt in beiden Typen ± weit unterhalb des Zuckermaximums; die verholzten Zellen sind hier ± stark verdickt und mit Fortsätzen versehen. Dann ist die Abnahme ziemlich schnell und tiefer hinab die Zunahme ± allmählig bis zu einem zweiten Maximum 15 - 20 cm über dem Boden. Am Boden nur einzelne, aber stark verholzte Zellen.

Eine weitere Anomalie ist das H e r v o r t r e t e n d e r S p a l t ö f f n u n g e n über die Epidermis. Auch an normalen Sonnenblumen-Pflanzen kann man am Stamm etwas über die Epidermis hervorragende Spaltöffnungen finden. Die Schliesszellen sind in diesem Fall sehr stark radial gestreckt, ein Emporheben derselben findet aber nicht statt, während im vorliegenden Fall die anomalen Formen z. T. 8 - 10 Zellen hohe "Schornsteine" die Schliesszellen tragen. Ähnliche Spaltöffnungen kommen normalerweise auf dem Mittelnerv, unterseits seitlich bei *Helianthus tuberosus* vor (JAEGER 12, vergl. auch HABERLANDT 1904, 417). Das starke Emporheben der Spaltöffnungen erklärt sich aus dem neu einsetzenden Wachstum der Rinde und der Epidermis. Da in der Epidermis die Umgebung der Spaltöffnungen am längsten zart bleibt, d.h. am jüngsten ist, so sind hier die Zellteilungen am

zahlreichsten, das Wachstum ist hier am stärksten. Dass bei Typus II die Spaltöffnungen höher sind als bei I ist wohl daraus zu verstehen, dass bei I die Rinde mehr Platz zur Dehnung hatte infolge des aufgetretenen Längsspaltes. Ob bei der normalen Behaarung das Emporheben der Spaltöffnungen einen biologischen Wert bietet, scheint fraglich (vergl. HABERLANDT 1904, 417). Nach unten nimmt die Zahl der erhöhten Spaltöffnungen und ihre Höhe selbst ab mit der geringeren Intensität des anomalen Wachstums.

Von besonderem Interesse ist die B i l d u n g u n d V e r t e i l u n g d e r S t ä r k e, die bei *Helianthus annuus* wie bei den Compositen allgemein, ausser in der Stärkescheide normalerweise fehlt. Die gesamte Stärkemenge ist bei II erheblich grösser als bei I. Die Art der Verteilung ist aber im wesentlichen die gleiche. Wir unterscheiden leicht zwei Stärkemaxima, das eine oben in der Anschwellung, das andere in einiger Entfernug über dem Boden. Das Minimum dazwischen liegt tiefer als das Zuckerminimum, etwa in der Zone der stärksten Verholzung im inneren Mark. Bei Typus I ist in der Minimumregion das periphere Mark schon verholzt, bei II noch nicht.

Im oberen 1. Maximum liegt die Hauptmenge der Stärke in den Chlorophyllnestern. In solcher Konzentration wie hier ist sie in keiner andern Region vorhanden. In der Stärkescheide auch viel; bei II wenig in den Markstrahlen und dem peripheren Mark, bei I hier nichts. Mit der Abnahme der Spaltöffnungen nimmt in den Chlorophyllnestern die Stärke ab, verbreitet sich aber allmählig durch das Kollenchym und schliesslich im untern zweiten Maximum durch die ganze Rinde, die Bündelzone und bei II bis tief ins mittlere Mark hinein. Typus I hat im Mark nie Stärke, bei Typus II enthält im zweiten Maximum selbst das verholzte äussere Mark geringe Stärkemengen. Am Boden bei II in der Rinde nur noch Spuren, in der Stärkescheide mehr, Mark frei. Bei I in Rinde und Stärkescheide weniger.

THEORETISCHES.

Was nun die Frage nach den Ursachen des anomalen Wachstums angeht, (vergl. KRAUS und WOLLNY; WOLLNY, Forsch. 1878, 1; 1879, 2; 1880, 3; 1881, 4, 1883, 6), so kommt VÖCHTING zu dem Schluss, "dass anomale Ernährung eine wichtige, vielleicht sogar die einzige Ursache der eigentümlichen Wachstumsvorgänge sei" (1908, 239), und zwar handelt es sich dabei um eine Stauung der Nährstoffe infolge Hemmung der Abwanderung. Es sind dabei zwei Möglichkeiten gegeben. Man kann sich erstens vorstellen, dass die gesteigerte Zuleitung der Nährstoffe, der Kohlenhydrate, Eiweissstoffe u.s.w. in ihrer Gesamtheit den Anstoss zu dem ungewöhnlichen Wachstum gebe und es dauernd im Gang erhalte. - Oder es lässt sich annehmen, dass ein einzelner Stoff oder eine Gruppe besonderer Verbindungen die auslösende Ursache sei, vielleicht in der Art, dass ihr Einfluss das anomale Wachstum einleitete und die übrigen Nährstoffe von diesen Stätten angezogen würden, auch wenn sie hier nicht schon vorhanden waren" (1908, 239). Der Ansicht, dass es sich um die Wirkung einzelner Elemente handeln könnte, schliesst sich auch KÜSTER an (1916, 391). Begründet wird diese Annahme durch HOLTHUSENs Analysen.

Die oben mitgeteilten Daten ergeben nun aber, dass das Maximum an Kohlenhydraten und anorganischen Salzen n i c h t in der hypertrophischen Endregion liegt, eine Tatsache, die VÖCHTING bereits selbst erwähnt hat (1900, 65).

Zur Beantwortung der kausalen Frage ist es natürlich erforderlich, den ganzen Kreis der hier auftretenden pathologischen Erscheinungen in die Betrachtungen hineinzuziehen, nicht den Stamm allein, sondern auch die Blätter und Wurzeln. Da im vorstehenden nur Beobachtungen am Stamm mitgeteilt sind, die ergänzenden Untersuchungen an Blatt, Blattstiel, Blattkissen und Wurzel aber fehlen, so kann auch eine Beantwortung der Frage nach den Ursachen der Wachstumsanomalien hier nicht versucht werden. Einige diesbezügliche Angaben mögen aber an dieser Stelle Platz finden in Beantwortung folgender Fragen:

1. Welches ist der a u s l ö s e n e d F a k t o r ?
2. Welche Faktoren bedingen den V e r l a u f, die M e c h a n i k der Anomalien?

3. Wodurch wird das Endergebnis, die F o r m der Anomalie bedingt?

Der a u s l ö s e n d e F a k t o r all' dieser Wachstumsanomalien ist zu suchen in der durch die Entfernung des Vegetationspunktes bedingten t i e f g r e i f e n d e n Ä n d e r u n g d e r p h y s i k a l i s c h e n (morphologischen) u n d p h y s i k a l i s c h - c h e m i s c h e n (physiologischen) K o r r e l a t i o n e n, nicht nur in der Axe, sondern zwischen allen Organen, die "unter sich in ungleicher Weise den verschiedenen gegenseitigen Beeinflussungen unterworfen und dem Ganzen in verschiedener Weise subordiniert sind" (BERTHOLD II, 2). Der Wundreiz tritt hier offenbar mehr zurück, seine Wirkung ist nur örtlicher Natur. Es sind aber nicht nur die Korrelationen zwischen den Organsystemen und Organen untereinander gestört, sondern auch zwischen den einzelnen Geweben und Gewebesystemen in den einzelnen Organen. Über die Natur dieser korrelativen Wechselwirkungen im einzelnen sind wir noch vollkommen im Unklaren. Das Experiment hat aber gelehrt, dass jegliche Störung des korrelativen Gleichgewichts irgendwelche grössere oder geringere Anomalien im Organismus der Pflanze bedingt. Die Ausmasse dieser Anomalien sind nicht oder nicht wesentlich abhängig von der Masse des z.B. wegoperierten oder verletzten Organs oder Gewebes, sondern von dem Grad der Subordination und Arbeitsleistung des entfernten Teiles im gesamten Organismus. Vollständige Entfernung des Marks bis zu den Markinitialen bei der Sonnenblume ergibt keine andere morphologische Veränderung der Pflanze als solanges Verharren auf demselben Entwickelungszustand, bis das Mark vollständig regeneriert ist. Irgenwelche morphologische Anomalien sind nicht zu erkennen. Die Operation vollzieht sich bei einiger Vorsicht ohne erkennbare Schädigung der Pflanze. Die Blätter bleiben frisch und prall und nach beendeter Mark-Regeneration geht das Wachstum normal weiter.

Die grössten Erschütterungen im Gleichgewicht des pflanzlichen Organismus scheint nun nach allen bisherigen diesbezüglichen Versuchen die Entfernung des Vegetationspunktes am noch wachsenden Stengel hervorzurufen.

VÖCHTING hat die Frage aufgeworfen, ob die Minderbelastung nach Fortnahme des Köpfchens die Ursache der Anomalien bedeute. Seine Versuche führen ihn aber zu dem Ergebnis, dass "nicht die Last als solche die Bildung der mechanischen Elemente - die mechanischen Elemente sind in den hypertrophierten Stengel stark reduziert - bewirkt, sondern es sindinnere Wechselbeziehungen, sogenannte Korrelationen, die hier ursächlich eingreifen" (1902, 283; 1908, 283, 285 ... 294). Dass nicht die Last des Köpfchens entscheidend sein kann, ergibt sich - für die Sonnenblume wenigstens - schon daraus, dass diese Anomalien auch dann entstehen, wenn das Köpfchen als solches noch nicht ausgebildet ist bei der Operation, und zwar sind die Ausmasse der Hypertrophieen am grössten, je früher die Operation vorgenommen wird. Bei Gruppe II verdickt sich der ganze obere Stammteil, die Längsrippen u. Blattkissen treten stark hervor, bei I ist die Anschwellung zwar erheblich stärker, aber auch erheblich kürzer; bei II ist die Stärkebildung bedeutend grösser als bei I. Die Anomalien sind am grössten, wenn nicht nur die End-, sondern auch die Seitenknospen entfernt werden, deren Gewicht doch sicherlich ausserordentlich gering ist.

An die Wirkung hypothetischer blütenbildender Stoffe oder dergleichen zu denken (VÖCHTING 1908, 237 ff) scheint mir nicht erforderlich, da ja entgegen VÖCHTINGs Angaben über den Kohlrabi (1908, 240) bei der Sonnenblume die Bildung der Hypertrophien auch dann eintritt, wenn die Operation vorgenommen wird nachdem "die Blüten schon den Knospenzustand erreicht, also ihre Geschlechtszellen erzeugt haben".

Dem Vegetationspunkt kommt vielmehr in der ganzen pflanzlichen Organisation eine solch' überrag-ende Stellung zu, dass seine Entfernung eine grundsätzliche Neuorientierung des morphologischen und physiologischen Gleichgewichts bedingt. "Die Scheitelregion ist die Region, in der die morphologische Gliederung statthat" (BERTHOLD II, 183). Der Vegetationspunkt ist als ein Gebild zu betrachten, "mit einer besonderen Regulationsvorrichtung" (VÖCHTING 1908, 296).

Es frägt sich nun, welches d i e F a k t o r e n sind, d i e d e n V e r l a u f, d i e M e c h a n i k d e r A n o m a l i e n b e d i n g -

e n. Diese Frage ist aber nichts anderes als die Frage nach den Bedingungen der Herstellung des neuen physikalischen und physikalisch-chemischen Gleichgewichts. In diese Vorgänge fehlt uns einstweilen noch jeder tiefere Einblick. Es liegt nahe, wie VÖCHTING u. a. es tun, die Stauung der Assimilate für die Deformation verantwortlich zu machen. Von einer solchen Stauung in der Hypertrophie selbst kann aber nach den vorliegenden Untersuchungen, wie bereits oben betont, keine Rede sein. Immerhin könnte man nutritive Reizung der in andern Regionen gestauten Nährstoffe annehmen (vergl. HOLTHUSEN, VÖCHTING). Nach unsern Untersuchungen kann gesagt werden, dass die Lage der einzelnen Maxima der organischen und anorganischen Stoffe nach der Operation im wesentlichen unverändert bleibt. Wie für alle infrage kommenden Inhaltsstoffe die Dinge liegen, ist uns indessen nicht bekannt, eine genaue Kenntnis dieser Verhältnisse wäre natürlich erwünscht. Wenn nun weitere Untersuchungen tatsächlich eine ziemliche Übereinstimmung dieser Gleichgewichtsverhältnisse - was die Lage der einzelnen Maxima angeht - in der anomalen und gleich entwickelten normalen Pflanze ergeben, dann müssen die Störungen in feineren Physiologischen Besonderheiten zu suchen sein.

In dieser Beziehung scheinen mir zwei Faktorengruppen von besonderer Wichtigkeit: 1. Die s p e z i f i s c h e E r n ä h r u n g s w e i s e der betreffenden Pflanze in Verbindung mit der Zusammensetzung der anorganischen Nahrung; 2. die s p e c i f i s c h e W i r k u n g s w e i s e der einzelnen Nährsalze.

Was die spezifische Ernährungsweise angeht, so wissen wir, dass die maximale Aufnahme der einzelnen Nährsalze nicht zu gleicher Zeit erfolgt. "So nehmen Lärche und Kiefer die Hauptmenge ihres Kaliums im Nachsommer auf, während die Fichte hauptsächlich im Vorsommer und die Tanne in der Hauptsache schon im Frühling sich mit diesem Element versorgt. Die Calcium-Aufnahme geschieht bei Lärche und Fichte am intensivsten im Nachsommer, bei der Tanne gleichmässig vom Frühling bis zum Spätherbst, bei der Kiefer ausschliesslich im Nachsommer und Herbst" (BÜSGEN 267, hier auch weitere Angaben über Phosphorsäure, Magnesium, Stickstoff, auch für andere Pflanzen und die diesbezügliche Literatur). "Den relativ geringsten Wasserverbrauch zeigen die Pflanzen (Hafer) in der Zeit der stärksten Zunahme" - der Assimilation - "während der relativ stärkste Wasserverbrauch zeitig mit der geringsten Trockenzunahme zusammenfällt, also am Anfang und am Schluss der Vegetation liegt" (v. SEELHORST-BÜNGER 1907, 239). Dass andererseits die Nährlösung nicht für alle Pflanzen gleichmässig zusammengesetzt sein darf, ist hinlänglich bekannt.

Wie im einzelnen diese Verhältnisse bei der Sonnenblume liegen, ist bisher nicht eingehend untersucht. Jedenfalls kommt sie in 2 pro mille Nährlösung nach SCHIMPER und TOLLENS nicht über die Entfaltung des zweiten Blattpaars hinaus, dann stirbt der Vegetationspunkt ab, die jüngsten Blätter vergilben. Eigene Versuche mit Wasserkulturen haben ergeben, dass die Nährlösung einen reichlichen Überschuss an Calcium enthalten muss, um eine normale Entwickelung zu ermöglichen. Doch eignen sich nicht alle Calciumsalze in gleicher Weise dazu. Dabei zeigt sich, dass die Sonnenblume ihren grössten Calciumbedarf v o r der Blütezeit und zwar schon recht bald gedeckt hat, als Calciumsalz dient in dieser Zeit am besten Gips in reichlichem Überschuss; während des Blühens ist der Calciumbedarf geringer, Calciumchlorid ist dann geeigneter als Gips. Ähnlich verhält sich die Phosphorsäure. Während das Kalium bald nach der Keimung und während der Blüte sehr stark aufgenommen wird, liegt das Magnesium-Maximum zwischen diesen Zeitpunkten. Systematische Untersuchungen wurden in dieser Richtung nicht weiter angestellt. Wie unter diesen Gesichtspunkten die Angaben HOLTHUSENs zu bewerten sind, bleibt eingehenderen Untersuchungen vorbehalten.

Im engsten Zusammenhang mit der spezifischen Nahrungsaufnahme der Pflanzen steht die spezifische Wirkung der einzelnen Nährsalze. Kurz zusammenfassend berichtet BERTHOLD (II, 194 ff) darüber und ausführliche Literaturverzeichnisse finden sich bei GERNECK und PETHYBRIDGE. VAGELER (1907) fasst die Ergebnisse seiner Untersuchungen an der Kartoffel wie folgt zusammen: "Obwohl natürlich Phosphorsäure, Stickstoff und Kali als unentbehrliche Nährstoffe unbedingt vorhanden sein müssen wenn die Pflanze gedeihen soll und insofern als gleichwertig zu betrachten sind, übt ein jeder Stoff doch eine ganz bestimmte strukturgebende Wirkung im

Pflanzenorganismus aus". "Phosphorsäure wirkt besonders auf die Ausbildung von Stützgeweben, also gewebeverdichtend und unter Umständen die produktiven Gewebe beeinträchtigend. Dem Stickstoff fällt gerade die umgekehrte Rolle zu, indem er auf Kosten der Festigkeit die produktiven Gewebe vermehrt, während Kali speziell die Schutzgewebe des Organismus stärkt, gleichzeitig aber sowohl auf Stütz- wie auf Produktionsgewebe günstig, mindestens aber nicht nachteilig wirkt" (214). Natriumchlorid scheint ähnlich zu wirken wie die Phosphorsäure (Gerneck); NaCl wirkt nach PETHYBRIDGE auch membranverdickend.

Eine stark stimulierende Wirkung auf die lebende Substanz allgemein schreibt POPOFF den Magnesium- und Mangansalzen zu, nicht allein die vegetativen Organe betreffend, sondern auch die Fruchtausbildung.

In diesem Sommer kultivierte ich u. a. Sonnenblumen in TOLLENS' Lösung, der 1 promille $CaCl_2$ zugegeben war. Nach 4 Wochen, am 17. VII. 22, wurden weitere 2 promille $CaCl_2$ zugegeben und am 20. VII. 22 etwa 50 ccm gesättigte Gipslösung + 1 promille KCl. Am 11. VIII. 22 war die Pflanze 73 cm hoch mit einem etwa 2 cm breiten Köpfchen. Die Versteifung reichte bis etwa 50 - 55 cm über dem Wurzelansatz. Die Pflanze war normal gewachsen. Das Merkwürdige war nun, dass sie in dieser Region von ca 10 - 12 cm, und etwa 53 - 65 cm Höhe **weder Haare noch Spaltöffnungen** gebildet hatte, während darüber und darunter die Behaarung sehr stark war, ausser am Hypokotyl; auch Spaltöffnungen waren ober- und unterhalb dieser Zone normal ausgebildet. Diese Haar- uns Spaltöffnungsfreie Region fällt zusammen mit der Zuckerregion, z.T. bis in die Nitratregion hinaufreichend.

Nun kommt den verschiedenen Salzen nicht nur eine spezifische strukturgebende Bedeutung zu, sondern auch eine chemisch-physiologische. "Die Menge der als Reservestoffe niedergelegten Kohlenhydrate (Stärke, Zucker) bei Kartoffeln, Getreide und Zuckerrüben ist direkt abhängig von der gegebenen Kalimenge" (SORAUER 1909, I, 298). "Nach den Studien von NOBBE rief ein Zusatz von Chlorkalium, einer sehr günstigen Verbindung, bei der seit Monaten ruhenden Kali-hungrigen Pflanze nach 2 - 3 Tagen schon eine Zuwachssteigerung hervor; darauf begann die **Stärkebildung**" (SORAUER 1909, I, 299). "Zur Bildung der Stärke selbst ist kein Kalk nötig" (SORAUER 1909, I. 299). Mit dem Einfluss der Phosphate auf die Stärkelösung und -Bildung beschäftigt sich FOUARD (1907). "Je nach ihrer sauren, neutralen oder alkalischen Beschaffenheit wirken Phosphate auf Lösung und Bildung der Stärke" (BÜSGEN 279 nach FOUARD).

Die Wirkungsweise der einzelnen Salze und in Verbindung untereinander bei gegenseitiger Beeinflussung ist in der normalen Pflanze zusammen mit noch vielen innern und äusseren Faktoren eine für eine bestimmte Pflanze ganz gesetzmässige. Es fragt sich nun, ob diese Gesetzmässigkeit der zeitlichen Aufnahme und spezifischen Wirkungsweise der einzelnen Salze nach Entfernung des Vegetationspunktes, der "Regulations-Vorrichtung" (VÖCHTING) nicht durchbrochen wird. Wenn das der Fall ist, wenn für die dem Normalen entsprechende Gesetzmässigkeit ein anderes Gleichgewicht der Entwicklungsfaktoren eintritt, dann kann nicht mehr Normales gebildet werden. "Je nach der augenblicklichen Kombination der Vegetationsfaktoren ändert sich der Produktionsmodus und das Produkt, nämlich der Pflanzenleib" (SORAUER 1909, I. 361). Die relative Lage der einzelnen Inhaltsstoff-Maxima in der Pflanze ist im Verlauf der Entwickelung eine organisationsphysiologische Gesetzmässigkeit von allgemeiner Bedeutung (BERTHOLD II, 147, 218). Unsere Untersuchungen haben ergeben, dass diese Gesetzmässigkeit in der anomalen Pflanze dieselbe geblieben ist. Da nun aber nach Entfernung des Vegetationspunktes tiefgreifende Gleichgewichts-Störungen stattgefunden haben, so müssen die oben skizzierten Faktoren dabei eine bedeutende, wenn nicht die bedeutendste Rolle spielen. Dass tatsächlich inbezug auf die einzelnen Salze nach der Operation eine Veränderung eingetreten ist, ergeben HOLTHUSENs Untersuchungen recht deutlich. Die einen Elemente werden in grösserer, die andern in geringerer Menge aufgenommen und gespeichert, die Zu- oder Abnahme ist auch verschieden in Axe, Blättern und Wurzeln. Welche Verschiebung in der zeitlichen Aufnahme stattgefunden hat geht aus HOLTHUSENs Untersuchungen nicht hervor; dass aber eine solche statthat, ist nach seinen Analysen

wahrscheinlich. Hier hat das Experiment erneut einzusetzen und nur eingehende systematisch-entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen können hier Klarheit schaffen. Es ist dabei aber nicht nur auf die verschiedenen Organe und Organteile, sondern auch auf die einzelnen topographischen Gewebe zu achten, ganz besonders, wenn wie die mit Änderung der Salzaufnahme verbundene Änderung der zeitlichen Wirkung der einzelnen Salze ins Auge fassen. Es fragt sich aber auch, ob die spezifische Wirkung in allen Einzelheiten noch dieselbe geblieben ist. An und für sich ist daran nicht zu zweifeln. Da es sich aber im komplizierten Organismus nie um die isolierte Wirkung eines einzelnen Salzes handelt, sondern um einen Komplex miteinander und gegen einander wirkender Komponenten, so ergibt sich, dass die strukturbildende Wirkung der unter andern Kombinationen stehenden Komponenten eine andere sein muss als bei dem Normalen.

Wenn wir nun neben den morphologischen Anomalien die a u f f ä l l i g e S t ä r k e b i l d u n g ins Auge fassen, so ist klar, dass wir es in diesen Zellen und Geweben mit einem vollständig geänderten physiologischen Zustand zutun haben, der eben die Stärkebildung ermöglicht oder bedingt. Dass hier die Stärkebildung nicht infolge höherer Zuckekonzentration zustande kommt, ist nach der Verteilung beider Stoffe wohl nicht zweifelhaft. Stärke und Zucker weichen sich aus; in der Zone des Zuckermaximums liegt das Stärkeminimum. In welcher Weise die Stärkebildung andererseits mit dem aufgenommenen Kali in Beziehung steht, wurde experimentell nicht weiter verfolgt; nach HOLTHUSEN ist gerade das Kalium in der anomalen Pflanze in geringerer Menge vorhanden als in der normalen und nimmt zudem nach oben ab. Eher lässt sich vermuten, dass die Phosphorsäure, das Calcium und Magnesium hier einen bedeutenden Einfluss ausüben. Saure Tri-Phosphate wirken auf die Stärke löslich (FOUARD). Ob mit dieser Tatsache zu rechnen ist, wenn man die Lage der Maxima und Minima von Stärke und Phosphorsäure vergleicht, bleibt weiteren Untersuchungen zu entscheiden vorbehalten; jedenfalls nimmt mit steigendem Phosphorsäuregehalt die Stärkemenge ab. Calcium und Magnesium erfahren in der anomalen Pflanze eine starke Steigerung (HOLTHUSEN).

Weiter auf all' diese noch vollständig offenen Fragen einzugehen hat einstweilen keinen Wert. Exakte Versuche haben hier voraufzugehen. Es würde auch an die Frage heranzutreten sein, ob all' diese morphologischen und physiologischen Anomalien, besonders auch das eigentümliche Verhalten der Rinde und vor allem die Stärkebildung, im Experiment nicht auch an der gesunden, normalen Pflanze durch zeitlich verschiedene Zusammensetzung der Nährlösung und Änderung der Nährsalz-Konzentrationen erreicht werden könnten, oder ob sich diese Erscheinungen nicht durch andere Eingriffe als das Köpfen ebenfalls erzielen liessen.

Es ergibt sich aus vorstehenden Betrachtungen, dass die den Verlauf der anomalen Bildungen bedingenden Faktoren einen ungeheuer komplizierten Komplex von Einzelwirkungen darstellen. Es handel sich um eine ganze Reihe ergänzender und widerstrebender Komponenten, unter denen die mineralischen Salze, vor allem Calcium, Magnesium und Phosphorsäure sicherlich eine hervorragende Rolle spielen.

Wie eingangs betont hängt das Resultat dieser anomalen Wachstumsvorgänge, die F o r m d e r A n o m a l i e, ab von dem entwickelungsphysiologischen Alter der Pflanzen zur Zeit der Operation. Das entscheidende ist d e r o r g a n i s a t i o n s p h y s i o l o g i s c h e Z u s t a n d, die Kombination aller Wachstumsfaktoren, die physiologische Stimmung im Augenblick der Operation, also der Auslösung. In erster Linie wohl massgebend ist der Grad der Verholzung in der Bündelzone, denn wenn diese bereits bis zur Spitze verholzt ist, kann das Mark an der Verdickung nicht mehr teilnehmen. Für die Rinde liegen die Dinge naturgemäss anders und wir sehen darum auch, dass die Rinde in beiden beschriebenen Typen wesentlich gleiche, charakteristische Besonderheiten zeigt. D i e b a s a l e V e r d i c k u n g f o l g t der Verdickung in den jüngeren Sprossteilen, kann aber mächtiger werden als diese. Auch die Stärkebildung und Stärkemenge hängt vom Zeitpunkt der Operation ab. In den physiologisch früher operierten Pflanzen wird am meisten Stärke gebildet und ihre Ausdehnung ist hier auch am grössten.

LITERATURVERZEICHNIS.

BERTHOLD, Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation. Leipzig 1898, I; 1904, II.1. - BOODLE, On lignification in the ploem of *Helianthus annuus*. Ann. of Bot. 1902, 16. - BRANSCHEIDT, Zur Kenntnis der Stoffverteilung im Keimling der Sonnenblume. Landw. Jahrb. 1920, 54. - BRANSCHEIDT, Zur Anatomie u. Entwickelungsgeschichte von *Chaerophyllum aureum*, insbesondere seiner Achsengelenke. Beih. Bot. Zentralbl. 1923, Heft 1, 40. - BÜSGEN, Bau und Leben unserer Waldbäume. 2. ed., Jena 1917. - FISCHER, H., Über Inulin, sein Verhalten ausserhalb und innerhalb der Pflanzen. Cohn's Beitr. 1898, 8. - PETHYBRIDGE, Beiträge zur Kenntnis der Einwirkung der anorganischen Salze auf die Entwickelung und den Bau der Pflanzen. Diss. Göttingen 1899. - POPOFF, Die Stimulierung (Hebung) der Zellfunktionen und ihre theoretsche und landwirstchaftliche Bedeutung. Naturw. Wochenschr. 1922, N. F. 21. - PRANTL, Das Inulin, München 1870. - SCHNEIDER, Die botanische Mikrotechnik. 2. ed. Jena 1922. - SCHIMPER, Zur Frage der Assimilation der Mineralsalze durch die grüne Pflanze. Flora 1890, 73. - SCHROEDER, W., Zur experimentellen Anatomie von *Helianthus annuus*. Dissertation Göttingen 1912. - v. SEELHORST u. BINGER, Untersuchungen über den Einfluss von Wärme und Sonnenschein auf die Entwickelung des Hafers bei verschiedener Bodenfeuchtigkeit. Journ. f. Landw. 1907, 55. - SORAUER, Handb. d. Pflanzenkrankheiten, 3. ed. Berlin 1901, 1. - VAGELER, Untersuchungen über den morphologischen Einfluss der Düngung auf d. Kartoffel, Journ. f. Landw. 1907, 55. - VÖCHTING, Zur Physiologie der Knollengewächse. Pringsh. Jahrb. 1900, 34. - VÖCHTING, Zur experimentellen Anatomie. Nachr. Ges. d, Wissensch. Göttingen 1902. - VÖCHTING, Untersuchungen zur experimentellen Anatomie und Pathologie des Pflanzenkörpers. Tübingen 1908, I. - WOLLNY, Untersuchungen über die künstliche Beeinflussung der innern Wachstumsursachen, Wollny, Forschungen 1885, 8.

Zur Anatomie der Harzgänge von Pinus silvestris.

Von ERNST MUENCH (Tharandt).

Bei meinen Arbeiten zur Einführung und wissenschaftlichen Begründung der Kiefernharznutzung im Krieg war ich veranlasst, auch die Anatomie der Kiefern-Harzgänge zu überprüfen (1). Ich achtete dabei besonders auf das An- und Abschwellen der Auskleidungszellen (Sekretions- oder Epithelzellen). Auf dem Querschnitt erscheinen diese bald in Form eines dünnen Wandbelags (Fig. 1), bald als mehr oder weniger weit vorgewölbte Blasen (Fig. 2), die oft das Lumen des Harzganges vollständig ausfüllen

Die älteren Autoren scheinen auf diese Gestaltsänderung nicht geachtet zu haben, doch sind sie sicher vielen Botanikern bekannt, weil das Kiefernholz als beliebtes Untersuchungsobjekt für mikroskopische Übungen oft zu Gesicht kommt. v. TUBEUF (2) schreibt, wie ich in meiner Arbeit anführte (p. 41), das Auspressen des Balsams erfolge bei der Kiefer durch den Turgordruck der Auskleidungszellen, die wie aufgeblasene Gummiballons sich in die Harzgänge hinein ausdehnten.

Um diese Gestaltsänderungen genauer zu untersuchen führte ich eingehende osmotische Untersuchungen aus, indem ich durch Zusatz von Wasser oder Zuckerlösung verschiedener Konzentration (p. 46) das An- und Abschwellen unter dem Mikroskop vor Augen führte. Die aufgetretenen Gestaltsänderungen gab ich in zahlreichen Zeichnungen wieder. Die Auskleidungszellen zeigten ungemein hohe osmotische Werte, da sie noch einer etwa 100-prozentigen Rohrzuckerlösung Wasser entzogen und dabei etwas anschwollen. Ich schloss daraus, dass sie beim Anschwellen einen Druck von über 100 Atmosphaeren entwickeln und mit dieser Kraft den Balsam aus dem Harzgang pressen.

Diese regelmässigen Bewegungen der Epithelzellen beim Harzfluss konnte Fräulein ANNFRIED FRANCK in einer unter Leitung von HANNIG ausgeführten Arbeit "Über die Harzbildung in Holz und Rinde der Coniferen" (3) nicht wiederfinden. Auch in abgeschnittenen Zweigen, aus denen nach ihrer Angabe das Harz ausgelaufen war, seien die Zellen nicht aufgeschwollen gewesen. Sie lässt durchblicken, dass ich nach ihrer Meinung solche Zellwandbewegungen mit den in verletzten Harzgängen später auftretenden Tüllen verwechselt habe.

Dabei schein FRANCK nur entgangen zu sein, dass die von mir beschriebenen Zellschwellungen nach meinen ausführlichen Angaben unter dem Mikroskop in wenig Sekunden erfolgen und bei Zuckerzusatz ebenso rasch wieder zurückgehen. Mit Tüllen haben diese Bildungen daher zweifellos nichts zutun. Tüllen, wie sie bei der

Fig. 1. Gefüllter Harzgang. Lumen weit, Epithelzellen Ep. schmal, umgeben von 9 toten, zerdrückten und 1 lebender Scheidenzellen Sch. Begl. = Begleitzellen, Trach. = Tracheiden.

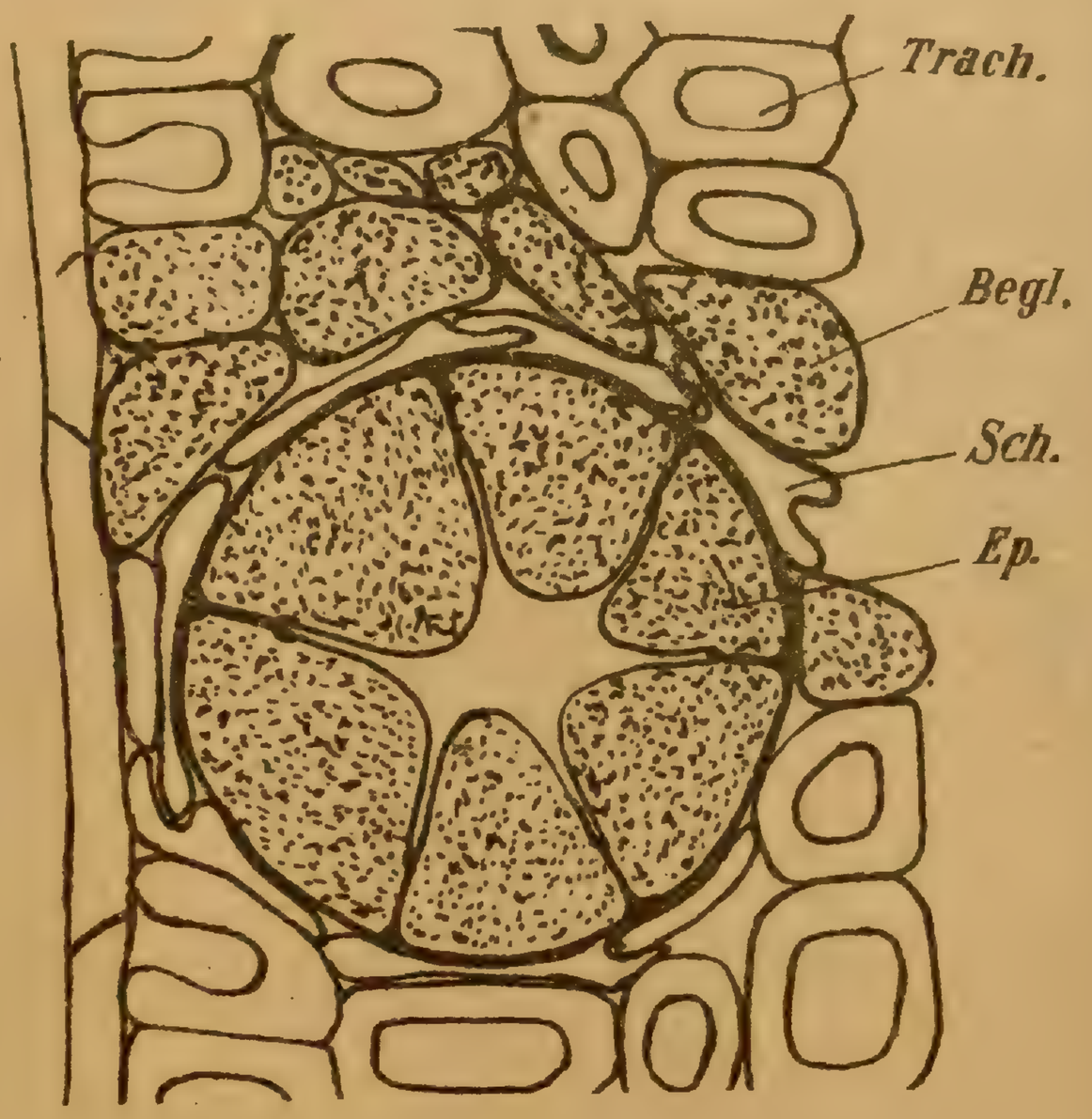


Fig. 2. Entleerter Harzgang. Epithelzellen aufgeschwollen u. engen das Lumen ein. 1 lebende, 7 tote Scheidenzellen.

Kiefer im Kernholz, bei der Borkenbildung und gelegentlich auch in den Nadeln bei Pilzkrankheiten auftreten, sehen auch ganz anders, namentlich viel unregelmässiger aus.

Ich könnte mich darauf beschränken, die Leser auf meine ausführliche Arbeit zu verweisen, in der alles, was zur Nachprüfung nötig ist, enthalten ist, möchte jedoch die Gelegenheit benützen, um meine früheren durch Zeichnungen belegten Angaben durch einige Zahlenbeweise zu erweitern.

Im Januar nahm ich bei Frost einen dreijährigen Zweig vom Baum und fertigte in dem noch gefrorenen Holz, also bevor merklicher Harzfluss eingetreten war, Querschnitte, die ich sofort in Alkohol brachte und dann in Glycerin untersuchte (Tabelle I). - Ein Stück des gleichen Zweiges tat ich in Wasser und untersuchte es ganz in gleicher Weise, an derselben Schnittstelle nach 1 Tag, nachdem die Schnittflächen Harztröpfchen ausgeschieden hatten (Tabelle II). Von beiden

I. Gefüllte Harzgänge (sofort nach dem Abschneiden untersucht)

Äusserer Duchmesser μ	51	42	52	54	55	42	51	63	53	49	57	57	56	55
Lumen μ	30	15	34	30	44	31	40	48	37	33	44	42	43	42
Jahrring (von aussen)	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3

Äusser. Duchmesser μ	56	52	53	42	60	Durchschnittlich 52,6
Lumen μ	42	38	36	30	52	" 39,9
Jahrring (von aussen)	3	Markkrone.				

Demnach Breite der Auskleidungszellen (52,6 - 37,9) : 2 = 7,4 μ.

II. Entleerte Harzgänge (1 Tag später als I).

Äusserer Durchmesser μ	43	56	63	51	52	51	48	51	54	53	54	60	57	49
Lumen μ	0	0	18	0	9	0	15	13	15	18	18	21	17	10
Jahrring (von aussen)	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3

Äusserer Durchmesse μ	57	48	52	48	48	53	Durchschnittlich 52,4
Lumen μ	14	0	0	21	0	14	10,2
Jahrring (von aussen)	3		Markkrone.				

Demnach Breite der Auskleidungszellen (52,4 - 10,2) : 2 = 21,1 μ.

In dem abgeschnittenen Spross hatte sich also nach 1 Tag das vorher mit Balsam prall ausgefüllte Lumen von durchschnittlich 37,5 μ auf 10,2 μ verengert, indem sich die Auskleidungszellen von durchschnittlich 7,4 μ auf 21,1 μ Breite ausdehnten. 7 von den untersuchten 20 Harzgängen waren durch die aufgeschwollenen Auskleidungszellen so vollständig erfüllt, dass ein Lumen nicht erkennbar war. Am vollständigsten entleerten sich hier zumeist, wie auch sonst in der Regel, die Harzgänge des letzten Jahrringes. In diesen findet man auch am frisch abgetrennten Holz die Auskleidungszellen oft etwas breiter als in den älteren Jahrringen. Sie sind, wie ich a. a. O. S. 40 angab, plasmareicher und turgeszenter als die älteren. Auch die Harzgänge der Markkrone reagieren und harzen sehr rasch. Ausserdem finden sich, wie sich oben zeigt und ich a. a. O. S. 67 erwähnte, unregelmässige Unterschiede in der Öffnungsweite, wie ja auch z.B. die Spaltöffnungen am selben Blatt meist nicht gleich weit geöffnet stehen.

Den Versuch, den ich übrigens schon in meiner Arbeit S. 13 und S. 49 angegeben habe, wiederholte ich mit geringen Abänderungen mehrfach, auch an 100-jährigem Holz und erhielt stets ganz ähnliche Ergebnisse.

An Zweigstücken, die in Wasser lagen, fand ich schon eine halbe Stunde nach der Abtrennung vom Baum im Bereich der Schnittflächen die Aufschwellung vollendet, während 1 cm von der Schnittfläche nur die Harzgänge des letzten Jahrringes vollkommen reagiert hatten.

Dass FRANCK diese Erscheinungen an abgeschnittenen Kiefernzweigen entgangen sind, dürfte hauptsächlich darauf zurückzuführen sein, dass der Harzfluss nach der Abtrennung eines Zweiges durchaus nicht immer vollständig ist. A. a. O. habe ich ausführlich auseinandergesetzt, wie das Aufschwellen der Epithelzellen und damit der Harzfluss von der Wasserzufuhr und von den Druckverhältnissen im Splint abhängig ist. In einem benadelten, transpirierenden Zweig bilden sich nach der Abtrennung durch den Transpirationsverlust bei fehlender Wasserzufuhr Zugspannungen, die die Wasserabgabe aus den Tracheiden an die Epithelzellen und damit deren Aufschwellen erschweren. Um möglichst vollständigen Harzfluss zu erzielen, muss man solche Zweige in Wasser stellen und bedecken oder ganz unter Wasser tauchen. Ein frei im geheizten Zimmer ausgelegter, dreijähriger, benadelter Kiefernzweig zeigte 1 Tag nach der Abtrennung folgende Ausmasse in der Nähe der Schnittfläche (Tabelle III). Auch im übrigen Zweig wurden ähnliche Bilder angetroffen.

III. Harzgänge im trocken gelegenen Zweig.

Äusserer Durchm. µ	60	57	60	56	54	47	54	51	60	39	53	Durchsch.	54
Lumen µ	39	40	39	42	38	21	25	30	42	22	30	"	33
Jahrring (von aussen)	1	1	1	1	1	2	2	3	3	Mark-krone.			

Der Vergleich mit I und II zeigt, dass die Epithelzellen nur sehr wenig angeschwollen und das Lumen dreimal so weit war, also neunmal soviel Harz enthielt als bei dem in Wasser liegenden Zweig II. An wenig verdunstenden, besonders an unbenadelten frischen Holzstücken kann das Aufschwellen vollständiger sein. Ich habe deshalb zur Sicherheit möglichst mit gefrorenem Holz gearbeitet um ganz unveränderte Epithelzellen zu sehen. Vermutlich hat FRANCK das alles nicht beachtet und bei abgeschnittenen Zweigen nur ganz unvollständigen Harzfluss erhalten, sonst hätte ihr die rasche Veränderung der Epithelzellen nicht entgehen können.

Wenn FRANCK, um das Verhalten der Epithelzellen beim Harzausfluss zu untersuchen, die Rindenharzgänge von *Picea omorica* wählte, so war das kein glücklicher Griff. Die Epithelzellen dieser Gänge sind so gebaut, dass sie ohne übermässige Dehnung ihrer ziemlich dicken Wände nicht annähernd so vollständig das Lumen des Harzganges ausfüllen können, wie die Epithelzellen des Kiefern-Splintholzes. Von diesen habe ich gezeigt, dass sie vermöge ihres besonderen, konkaven Baues schon ohne jede Dehnung ihrer Membran, lediglich durch Gestaltsänderung, auf das Mehrfache ihres Raumgehaltes aufschwellen können (a. a. O. S. 48, Abb. 13). Dieser grundsätzliche Unterschied ist besonders auch bei den im Verhältnis zum Harzgang-Lumen sehr kleinen Epithelzellen von *Picea* zu beachten, bei denen ein Aufschwellen schon durch die Verholzung der dicken Wand ausgeschlossen ist.

Schliesslich scheinen auch die von FRANCK angewendeten Fixierungsverfahren für die Ermittelung der natürlichen Zellformen nicht zu genügen. Bei so starker Kontraktion des Protoplasten, wie man sie in Fig. 3 bei FRANCK bemerkt, ist oft auch die zarte Zellwand verbogen. Von solchen "Kunstprodukten", wie FRANCK ihre fixierten Präparate zutreffend nennt, können Schlüsse auf die wahren Zellformen nur mit Vorsicht gezogen werden.

Weiter habe ich a. a. O. gezeigt, dass der aus den Sekretionszellen bestehende eigentliche Harzgang des Splintes von *Pinus silvestris* umgeben ist von einer deutlichen, aber oft nicht vollständigen Scheide von toten, erdrückten, plasmafreien, in der Regel luftführenden, in der Längsrichtung meist kurz gekammerten, verholzten Parenchymzellen, die weiter nach aussen von den gewöhnlichen längeren, grösstenteils lebenden, unverholzten (nicht etwa verholzten, wie FRANCK irrtümlich wiedergibt!) Parenchymzellen umgeben sind. FRANCK bestreitet auch diese Darstellung, besonders das Vorkommen einer luftführenden Scheide von toten, verholzten Zellen um die Epithelzellen, und kann sich nicht erklären, wie ich zu meiner Angabe gekommen sei. Die Parenchymzellen um die Epithelzellen seien u n r e g e l m ä s s i g angeordnet, eine Scheide fehle bei den Harzgängen des Holzes.

Dem gegenüber muss ich auf meine zahlreichen Zeichnungen verweisen, die im Gegensatz zu der allzu schematischen Fig. 3 FRANCKs Zelle um Zelle genau nach der Natur dargestellt sind. (Nur die Struktur des Plasmas, die sich am lebenden Objekt nicht deutlich erkennen lässt, ist schematisch angedeutet.) Um auch hier einen Zahlenbeweis zu führen, habe ich an sämtlichen Harzgängen einiger Querschnitte aus den äusseren Jahrringen von 100-jährigem Kiefernholz nachgezählt, wie viele von den an den Harzgang angrenzenden Parenchymzellen tot und erdrückt und wie viele lebend sind Es fanden sich

Im Jahrring (von aussen)	1	1	1	2	2	3	3	7	8	8	10	11	12	13	14	15	15
tote Zellen	10	10	10	10	7	8	7	7	6	5	8	7	7	7	9	6	6
lebende Zellen	0	0	1	0	1	0	2	1	2	4	1	2	2	1	1	2	2

Demnach grenzen im Querschnitt an den eigentlichen Harzgang durchschnitt-

lich etwa 9 Parenchymzellen, von denen durchschnittlich 7,7 tot und erdrückt und 1,3 lebend sind. Bei einer andern Zählung fand ich an 10 Harzgängen durchschnittlich 6,6 tote und 1,6 lebende und an einem 3-jährigen Zweig an 15 Harzgängen 7,0 tote und 2,1 lebende Scheidezellen.

In diesen Zahlen wird man nur eine Bestätigung meiner früheren Darstellung finden können. Ich muss es dem Leser überlassen zu beurteilen, ob in der Anordnung der toten, erdrückten Zellen wirklich gar keine Regel liegt, wie FRANCK meint. Die Regel ist nicht nur in den Zahlen und im Bild unverkennbar, sondern auch tiefer begründet. Der Entstehung der Harzgänge aus dem Cambium gehen nach SANIO mehrere, sonst nicht vorkommende Zellteilungen voraus. Der fertige Harzgang mit seiner parenchymatischen Umgebung besteht deshalb aus mehr Zellen, als bei normaler Zellgrösse auf dem verfügbaren Raum Platz hätten. Dazu kömmt, dass die 4 - 6 Epithelzellen, die auf dem Querschnitt erscheinen, einschliesslich des Sekretraumes allein schon einen Raum einnehmen, der für wenigstens die doppelte Zahl gewöhnlicher Parenchymzellen ausreichen müsste. Dadurch wird eine grosse Zahl von Parenchymzellen überzählig und stirbt ab. Ihre Reste finden sich in Gestalt zerdrückter, zerknitterter Wände zumeist dort, wo der Druck am stärksten ist, nämlich in der Umgebung der aufgeschwollenen Epithelzellen. Ich hatte angenommen, dass meine kurze Bemerkung in dieser Sache a. a. O. S.9 genügen müsste, um das Verständnis dieses nicht allzu schwierigen Sachverhalts zu ermöglichen.

Da die Zahl der Zellen, aus denen sich ein Parenchymstrang im Querschnitt zusammensetzt, und auch der Durchmesser des Harzganges verschieden gross sein kann, so ist die Zahl der erdrückten Zellen, entsprechend unsern Zeichnungen und oben wiedergegebenen Zählungen etwas wechselnd. Unregelmässigkeiten kommen auch an Harzgängen vor, die an Markstrahlen angrenzen. Ich habe deshalb a. a. O. in Abbildung 1 eigens auch solche Harzgänge wiedergegeben, die nur eine unvollkommene Scheide von leeren Zellen haben (1 u. 3). Ich möchte annehmen, dass FRANCK zufällig gerade nur solche Ausnahmen im Auge hatte, wenn sie die Regel nicht anerkannt hat. In der Beschreibung der Markstrahlgänge hat sie sich jedoch versehen. Diese grenzen nie, wie FRANCK angibt (S. 177) unmittelbar seitlich an die Tracheiden. Sie sind vielmehr - wenigstens bei *Pinus silvestris* - ausnahmslos durch kollabierte, tote Parenchymzellen (Scheidezellen) von diesen getrennt, genau, wie in meinen Abb. 6, 7, 8, 9, 9a, 10 a. a. O. gezeichnet ist. Diese Zellen fehlen auch in nächster Nähe des Cambiums nicht und sogar im Cambium selbst fand ich - im Januar - wenigstens die eine oder andere dieser Zellen erdrückt.

Dass FRANCK die von mir als Regel beschriebene Luftblase um den Harzgang nicht wiederfinden konnte, dürfte auf die Verwendung von fixiertem Material zurückzuführen sein. Im frisch geschälten Kiefernstamm und auf Längsschnitten des frischen Kiefernsplintes erscheinen die Harzgänge **w e i s s l i c h** , und zwar wegen des hohen Luftgehaltes der Umgebung, hauptsächlich der toten Scheidezellen. Man sieht das am besten an frischen Längsschnitten, die man in Glycerin untersucht. Natürlich lässt sich die Luft bei der Präparation und Fixierung durch Flüssigkeiten verd-rängen und ich habe angenommen, dass das wohl auch in der Natur, in sehr wassersattem Holze, vorkommt. Auf Seite 52/53 habe ich ausgeführt, wie der Luftgehalt der Scheidezellen mit der Saugspannung im Splintwasser wechseln dürfte und dass dieser Wechsel in der Vollständigkeit der Luftblase auf die Wasserversorgung der Epithelzellen und damit auf deren Aufschwellen und den Harzfluss Einfluss haben muss. Für die physiologische Anatomie sind deshalb diese scheinbaren Kleinigkeiten nicht gleichgiltig.

Besonders fest haftet die Luft in den sehr engen Scheidenzellen der Quergänge, aus denen sie auch durch Alkohol nur langsam verdrängt wird, wie an Holzquerschnitten, in denen Quergänge getroffen sind, zu sehen ist.

Die Angaben FRANCKs über die Verholzung der Parenchymzellen sind, entsprechend meinem früheren Befund, dahin zu berichtiger und zu ergänzen, dass bei den Harzgängen des Holzes von *Pinus silvestris* ausschliesslich die leeren Zellwände der toten Zellen, also besonders meiner Scheidenzellen, verholzt sind. Diese sind es aber regelmässig und nicht erst nach 2 Jahren während die lebenden Zellen nie verholzen. Überhaupt scheinen bei der Kiefer im Holz und auch im Bast

nur solche Zellwände deutlich verholzt zu sein, die keinen lebenden Inhalt mehr führen.

FRANCK beruft sich auch auf die Autorität älterer Anatomen, besonders von SANIO (4), von dem sie folgenden Satz zitiert: "Die den Harzgang zunächst umgebenden Zellen" (gemeint sind zweifellos die das L u m e n des Harzganges umgebenden Epithelzellen) "bleiben stets dünnwandig und unverholzt, die entfernteren bleiben zwar dünnwandig, einige von ihnen verholzen aber". Den folgenden, bei SANIO unmittelbar folgenden Satz lässt FRANCK aber weg: "Diese verholzten Zellen enthalten Luft, während die unverholzten Inhalt führen". Eine Widerlegung meiner Darstellung kann ich hierein nicht finden, vielleicht nur eine Bestätigung, wenigstens soweit, dass die verholzten Zellen, und das sind hauptsächlich meine Scheidenzellen, Luft führen. Dass SANIO nur von "einigen" solchen Zellen spricht, liegt daran, dass er sich in jener Arbeit auf die ersten Entwickelungsstadien des Harzganges beschränkt, in denen die überzähligen Zellen noch nicht alle erdrückt sind, weil die Epithelzellen und das Harzgang-Lumen noch nicht zur vollen Grösse angewachsen sind.

Soweit mir ältere Abbildungen von Kiefernharzgängen zur Hand sind - leider fehlt mir gerade die KNYsche Wandtafel - stellen sie nicht den lebensfrischen Zustand, sondern mehr oder weniger veränderte Präparate dar. Trotzdem bestätigen sie, bei genauerer Betrachtung, meine Darstellung. STRASBURGER (Bot. Praktikum) zeichnet als Begrenzung des Harzganges 1 lebende und 11 (- 12?) leere, meist auch zerdrückte Zellen; HEMPEL und WILHELM(Bäume und Sträucher, Band I, S. 125, abgedruckt in WIESNER, Rohstoffe des Pflanzenreichs) 2 lebende und 9 leere. Diese Zeichnungen entsprechen also hierin ganz meiner Darstellung, sie unterscheiden sich nur darin, dass sie die leeren Zellwände zu wenig kollabiert und gefaltet wiedergeben. Das ist auf die Präparation zurückzuführen, durch die, wie HEMPEL u. WILHELM selber in der Figurenerklärung sehr richtig bemerken, die Zellen zum Teil verschoben sind. Bei SACHS, (Lehrb. 4. ed. S. 95, Fig. 78 E) sind von den an die Epithelzellen grenzenden Parenchymzellen 2 mit Stärkekörnern, 8 ohne Stärke, also ungeachtet des in der Zeichnung angedeuteten Inhalts wahrscheinlich tot. Die Zerquetschung dieser Zellen ist nicht vollständig wiedergegeben. Warum diese und die andern Autoren aus der Zahl der lebenden und toten Zellen keine Regel abgeleitet haben, kann für mich ausser Betracht bleiben, bei HEMPEL und WILHELM mag dazu beigetragen haben, dass sie leere Zellen zum Teil für Interzellularen gehalten haben, wie aus ihrer Zeichnung hervorgeht. Da ich a. a. O. S. 9 ausdrücklich auf diese Fehlerquelle hingewiesen habe, wird FRANCK diese Verwechselung wohl nicht unterlaufen sein.

HABERLANDT (5) hat früher schon den Ausdruck Scheide und Scheidenzellen für regelmässig um den Harzgang angeordnete Zellen angewandt, namentlich für die sklerenchymatische Schutzscheide der Nadel-Harzgänge. Ich konnte diesen Autor in meiner Arbeit nicht zitieren, da mir, wie ich im Vorwort ausführte, bei der Ausarbeitung keine Bibliothek zur Verfügung stand. Auch die Schutzscheide HABERLANDTs ist nicht ringsum geschlossen, sondern nach HABERLANDT von unverdickten "Durchlasszellen" unterbrochen. Dementsprechend ist für die den Harzgang des Holzes von *Pinus silvestris* umgebende Zellschicht die Bezeichnung Scheide und zwar Luftscheide angebracht, und die Aufstellung FRANCKs, den Harzgängen des Coniferenholzes fehle eine Scheide, für die Kiefer zu berichtigen.

Ich zweifle nicht daran, dass es FRANCK bei tieferem Eindringen in die Eigenart des Kiefernharzganges unter Beachtung der in meiner Arbeit und im Vorstehenden gegebenen Behelfe gelingen wird, meine Befunde wiederzuerkennen und zu bestätigen.

LITERATUR-VERWEISE.

(1) Naturwissenschaftl. Grundlagen der Kiefernharznutzung in "Arbeiten der Biol. Reichsanst. L. u. Forstw. X (1919). Die hier angef. Seitenzahlen beziehen sich auf d. Sonderabdr. - (2) v. TUBEUF in Ztschr. Forst- u. Landw. 1918, p. 5. - (3) FRANCK in Mez, Archiv III (1923) p. 173 - 184. - (4) SANIO in Pringsh. Jahrb. IX (1873) p. 99. - (5) HABERLANDT, Phys. Pflanzenanat. 5. ed. 1918.

Zur Morphologie und Biologie geophiler Pflanzen.

Von THEODOR SCHMUCKER (München).

Mit dem Ausdruck Geophilie wird eine grosse Anzahl recht verschiedener Erscheinungen zusammengefasst. Geophile Pflanzen sind solche, bei denen Teile, die bei der "Normalpflanze" die Tendenz nach aufwärts, dem Lichte zu, haben, sich in mehr oder minder auffälliger Weise der Erdoberfläche zuwenden oder sogar in das Substrat selbst eindringen, ja in vielen Fällen dauernd in ihm verharren. Das gegensätzliche, also gewöhnliche Verhalten der Sprossorgane wird nach ARESCHOUG als aerophil bezeichnet, wofür GOEBEL mit vollem Recht den Ersatz "photophil" vorschlägt. In sehr vielen Fällen würde man statt geophil besser skotophil sagen. Freilich kann bei der Vielheit der Fälle nie ein Ausdruck jedem einzelnen seiner hauptsächlichen Wesenheit nach gerecht werden.

Es war die gestellte Aufgabe, einige dieser Bildungen genau zu beobachten, Beiträge zu deren Organographie und Biologie beizubringen, vor allem auch durch Kultur und Experiment in die Ursachen der Gestaltung nach Möglichkeit vorzudringen. Als Problem schwebte auch stets vor, Gestaltung und physiologisches Verhalten, wie z.B. etwa die Lichtumstimmung des Geotropismus bei -Ausläufern, möglichst auf sogenannte "mechanische" Gründe zurückzuführen oder wenigstens diesem Ziele näher zu kommen. Gerade aber in dieser Hinsicht zeigte sich auch hier, wie weit wir gegenwärtig noch von einer befriedigenden Lösung entfernt sind. Solange eben unsere Kenntnisse von dem, was eigentlich Leben heisst, so gering sind, sind derartige Versuche gewissermassen fundamentlos, es bleibt nichts übrig, als von aussen nach innen tastend vorzudringen ohne Gewähr dafür, ob nicht der eingeschlagene Weg prinzipiell ein Irrweg ist. In diesem Sinne mögen auch die folgenden Ausführungen aufgenommen werden.

STELLARIA NEMORUM.

Stellaria nemorum, eine ziemlich weit verbreitete, feuchtigkeitsliebende, starken Schatten ertragende Caryophyllacee, zeichnet sich neben dem habituell ausserordentlich ähnlichen *Malachium aquaticum* durch ausgesprochene Ausläuferbildung aus, während bei vielen andern Familienangehörigen zwar kriechender oder niederliegender Wuchs, doch nicht echte Stolonenbildung typisch ist. Ersteres Verhalten stellt eine Steigerung der letztgenannten Wuchsform dar unter Zunahme der Differenz zwischen den aufsteigenden, ev. blühenden Sprossen und den kriechenden Seitensprossen. Nach VOLLMANNs Angaben könnte es scheinen, als ob bei der Hainmiere die Erzeugung zahlreicher und langer Ausläufer an ganz besonders schattige und feuchte Standorte, an denen Blütenbildung nicht mehr möglich ist, gebunden sei. Nach andern Angaben wäre nur die zarte Unterart *circaeoides A. Schwarz* dazu fähig. NEGER aber beschrieb bereits solche stark geophile Formen von offenbar nicht extremen Standorten und weist hin auf die Bildung hibernakelähnlicher Gebilde im Herbst am Ende der Ausläufer. Deren Wuchsrichtung bezeichnet er als einzig und allein von (positivem) Geotropismus geleitete "zielbewusste Ortsveränderung", um die Hibernakelbildung an möglichst feuchten Orten, die der Pflanze besonders zusagen sollen, eintreten zu lassen.

Die in der Freilandanlage des Münchener botanischen Gartens kultivierten Bestände von *Stellaria nemorum subspec. montana Murbeck* erzeugen an ziemlich lichtreichem, durchaus nicht extrem feuchtem Standort alljährlich ein weit ausgedehntes Gewirr von meterlangen Ausläufern. Diese Beobachtung gab Veranlassung, die oben erwähnten Angaben zu prüfen. Zunächst sei ganz kurz der normale Entwickelungstypus am natürlichen Standort beschrieben.

Zeitig im Frühjahr gehen aus den Überwinterungsorganen im Boden aufrechte, schmächtige Laubsprosse hervor, die sehr rasch erstarken, grosse, lang gestielte

Blätter erzeugen, sich aber infolge der dünn bleibenden Basis nur durch gegenseitige Stütze im Bestand einigermassen aufrecht erhalten, wobei sehr oft durch wiederholte geotropische Aufrichtung der Spross einen eigenartig geknickten Verlauf nimmt, was ermöglicht, dass an den niedergebeugten Knoten Wurzeln entstehen, die offenbar das Hauptwurzelsystem wesentlich ergänzen. Die aufrechten Sprosse gehen dann in die typisch dichasialen, weitgedehnten, lockern Blütenstände über. Noch vor Beginn der Anthese gehen aus den untern Knoten plagiotrope zarte Ausläufer hervor, die im Laufe des Jahres sehr ansehnlich werden und meterlang werden können. Aufrechte vegetative Verzweigung tritt nur in Ausnahmefällen ein. Nicht alle Ausläufer entstehen derart. Aufrechte, nicht mit Blüten endende Sprosse gehen im Laufe des Sommers unter ± ausgesprochener passiver Umlegung in fast vollständig ausläuferartige Gebilde über, die in der mittleren Region spärliche Verzweigung tritt nun reichlicher ein und zwar in Form von Stolonen, die gewöhnlich mit kurzen Übergangsstrecken beginnen. Die typischen Ausläufer verzweigen sich nicht reichlich, beim Kriechen über Felsen unterbleibt das oft ganz,doch gehen aus älteren Wandersprossen, besonders solchen, die reichlich Wurzel schlugen, zuweilen reich verzweigte Systeme hervor. Im Spätherbst überwiegen bei weitem meterlange Ausläufer, die noch im Oktober unverändert weiter wachsen und zwar nach allen möglichen Richtungen, den Hang und Felsblöcke auf- und abwärts kriechend und hängend. Von einem auffallenden Hydrotropismus oder gar einer zielbewussten Ortsveränderung ist mir nie etwas aufgefallen, im Gegenteil, das Wachstum macht ganz den Eindruck eines weder von Lichteinfall noch Schwerkraft beeinflussten, der Richtung nach zufälligen. Junge Ausläufer sind aber ausgesprochen plagiotrop, an hängenden Mutteraxen gehen sie unter einem Winkel von etwa 45° nach unten ab, an kriechenden Stolonen streben sie oft zunächst, soweit sie oberseits entspringen, flach aufwärts. Aber in allen Fällen ist das Endresultat gleich, die Axe verhält sich wie ein lebloser, biegsamer Körper, der einfach seinem Gewicht folgt und da ausserdem in der Endknospe eine äusserlich wahrnehmbare, geotropische Reizbarkeit erlischt, so ist es nicht auffallend, dass die Wandersprosse vorwiegend an die tiefsten, gewöhnlich also auch feuchtesten Stellen gelangen, aber im Sinne des eben gesagten mehr zufällig-passiv. Denn auch das Licht wirkt wenig oder gar nicht richtend, die Stolonen dringen auch in dunkle Höhlen und Löcher ein, wachsen aber andererseits gegebenenfalls dem Licht direkt entgegen. Gelangt die Spitze zufällig im Moospolster, unter Laubdecken, unter die Erde, so tritt stärkste Verzweigung und Bewurzelung ein, die Internodien werden kürzer und dicker, bleich, schuppenförmig, d.h. sie nehmen hibernakelähnliche Gestalt an. Diese letzteren überwintern, ebenso geschützt liegende, bewurzelte Ausläufersprosse und aus ihnen geht im Frühjahr die neue aufrechte Pflanze hervor.

Wird die Hainmiere dauernd im temperierten Gewächshaus gezogen, so wachsen die Ausläufer während des Winters zwar weiter, doch merklich gehemmt. Die Internodien werden kurz, die Blätter grösser, z.T. tritt schwache Aufrichtung ein. Im Frühjahr aber verlängerten sie sich sofort wieder in ausgesprochener Stolonenform, ohne dass aufrechte Teile entstanden. Die Lebensverhältnisse waren insofern abgeändert, als erstens die Periode vollständiger Ruhe mit ihren tiefen Temperaturen ausfiel, zweitens die Assimilation, wie die relativ grossen, dicht stehenden Blätter zeigten, in erheblichem Masse weitergieng (dass eine so tiefen Schatten ertragende Art während des Winters bei vollkommen freiem Standort und sonst günstigen Umständen beträchtlich assimiliert, ist zweifellos), drittens die Bewurzelung relativ schwach bleib, sodass im Frühjahr die am natürlichen Standort durch das gewöhnlich noch im Herbst stark entwickelte Wurzelsystem (an den Hibernakeln) relativ sehr stark mit mineralischen Stoffen versorgte Endknospe diesbezüglich unter ganz andere Ernährungsverhältnisse geriet, zumal die Versorgung mit Reservestoffen im Freien bei deren unbedeutender Menge in den Überwinterungsorganen gering bleibt. Diesem letztern Umstand müssen wir wohl neben durch innere Gründe bedingter Periodizität, die sich in auffälliger Wachstumshemmung im Herbst bei relativ günstigen Aussenfaktoren dokumentiert, das oben geschilderte Verhalten der Gewächshauspflanzen zuschreiben Wenn bei der Samenkeimung ebenfalls zunächst ein aufrechter Spross entsteht, wenn Stecklinge sowohl von auf-

rechten wie stolonenartigen Teilen der Pflanze zunächst ihre obersten Knospen als aufrechte Laubtriebe auswachsen lassen, so handelt es sich auch hier um Umstände, bei denen Aschenbestandteile reichlich infolge rasch einsetzender Bewurzelung verfügbar sind, während Assimilate erst gebildet und rasch verbraucht werden, sodass ihre relative Konzentration nicht hoch ansteigen kann. Die Assimilationstätigkeit der grossblättrigen aufrechten Sprosse erzeugt dann jene Baustoffverhältnisse, die apikal Blütenbildung, basal Ausläuferbildung ermöglicht, wobei letztere anspruchsloser ist als erstere. Die jungen Ausläufer sind anfangs, wie verschiedene Versuche zeigten, von der Mutterpflanze sehr stark abhängig, späterhin werden sie weitgehend selbständig, ihre Baustoffversorgung ist bei der Fülle beeinflussender, von Fall zu Fall stets variabler Umstände aber schwer zu fassen. Jedenfalls tritt in ihnen ziemlich bald eine innere Umstimmung ein. Junge Ausläufer sind ausgesprochen transversal geotrop, richten sich im Dunklen auf, wachsen demgemäss beim Überdecken mit Erde rasch wieder zur Oberfläche heran. Ältere Ausläufer sind nicht mehr ausgesprochen geotrop, ihre Wachstumsintensität ist geringer, im Dunkeln richten sie sich wenig und langsamer auf, mit Erde bedeckt schwellen sie an, Verzweigung und reichliche Bewurzelung tritt ein, eben "Hibernakelbildung"(Fig. 1).

Fig. 1. Hibernakel von *Stellaria nemorum*.

Wenn im Gewächshaus Ausläufer fast 1 Jahr lang freihängend gewachsen und annähernd 2 m lang geworden, so wurde, jedenfalls z T. durch die immer schlechter werdende Wasserleitung, das Wachstum gehemmt, die Internodien wurden kürzer und dicker, die Blätter etwas grösser, die Sprossenden richteten sich aktiv zur Horizontalen auf. Übrigens zeigte sich, dass riesige Ausläufersysteme auch bei recht trockener Kultur an freien Standorten sich bilden, also durchaus nicht von übergrosser Feuchtigkeit und schwachem Licht abhängig sind Ausläufer sind die normale vegetative Verzweigungsform der Pflanze, die wie so oft besonders an der Basis auftritt. Das zeigt sich auch daran, dass von Sprossstücken verschiedener Natur bei Stecklingskultur zunächst die oberste (oder einige obere Knospen) Knospe mehr weniger aufrecht auswächst, dann gewöhnlich eine oder mehrere weiter unten von Anfang an oder nach kurzem Übergangsstadium als Ausläufer, ferner, dass die untern Seitenknospen an dem neuen aufrechten Teile ebenfalls Ausläufer sind. Die Induktion der Seitenknospen als Ausläufer tritt also stets ein, wenn diese im basalen Teil eines wachsenden Systems stehen, wird aber leicht aufgehoben, wenn das nicht der Fall ist, Verhältnisse, die sich bei den unten anzuführenden bei *Circaea* wesentlich unterscheiden.

Über die Bedingungen der Bildung hibernakelähnlicher Ausläuferenden wurde folgendes festgestellt: Die Neigung, solche zu bilden, nimmt mit dem Alter der Pflanze und des Ausläufers zu Bei älteren, äusserlich noch ganz unverändert, vielleicht etwas langsamer wachsenden Stolonen genügen relativ geringe Störungen, Verdunkelung, tiefe Temperaturen (etwa 3 5°), Bedecken mit Erde, um das Wachstum der Endknospe derart zu beeinflussen, dass nun kurze, ziemlich stark verdickte Internodien entstehen, reichlichere Verzweigung eintritt und die Tendenz zur Wurzelbildung zunimmt. So ist verständlich, dass im Herbst beim Eindringen in Laubdecken oder Erde, was bei der oben beschriebenen geotropischen Stimmung leicht statthat, alsbald jene Hibernakeln entstehen. Etwas weniger typisch findet man sie auch am Licht, bei in kaltes Wasser eintauchenden Sprossen u s w Wir lernten oben ähnliche Gebilde kennen, die an alten Ausläufern im Sommer offenbar infolge ungenügender Wasserversorgung entstanden. Die Neigung zu deren Bildung im Spätherbst war auch im Gewächshaus gross, aber die fortdauernd relativ günstigen Wachstumsbedingungen erlaubten ihre typische Ausbildung nicht, das Wachstum wurde zwar verlangsamt, nicht eingestellt Wenn diese Formen schon im ersten Frühjahr als Ausläufer weiterwuchsen,

so haben wir in diesem Verhalten ein Anzeichen für den Einfluss innerer Periodizität, die überhaupt inbezug auf Hibernakelbildung von grosser Wichtigkeit zu sein scheint. Doch sind auch die Umweltsfaktoren, wie gezeigt, wesentlich beteiligt. Junge, kräftige Stolonen mit Erde bedeckt bilden zwar auch stark verdickte, etwas gekürzte Glieder, si lassen aber die Wachstumsgeschwindigkeit nicht so rasch abfallen, werden negativ geotrop und erreichen daher die Oberfläche wieder. Übrigens erweisen sich die Endknospen von Herbsthibernakeln sehr oft als negativ geotrop, dringen aber infolge Wachstumsstillstandes nicht oder kaum mehr hervor. Die Blätter an den Hibernakeln sind gewöhnlich schwach verdickt, im dunkeln fast zur Schuppenform herabgesunken. Der Gehalt an Reservestoffen ist nicht sehr erheblich.

Die gefundenen Wachstumsverhältnisse von Pflanzen, die der winterlichen Ruheperiode beraubt worden waren und bei denen im Frühjahr weder aufrechte Sprosse

Fig. 2. *Stellaria nemorum*. Verholzte Epidermis.

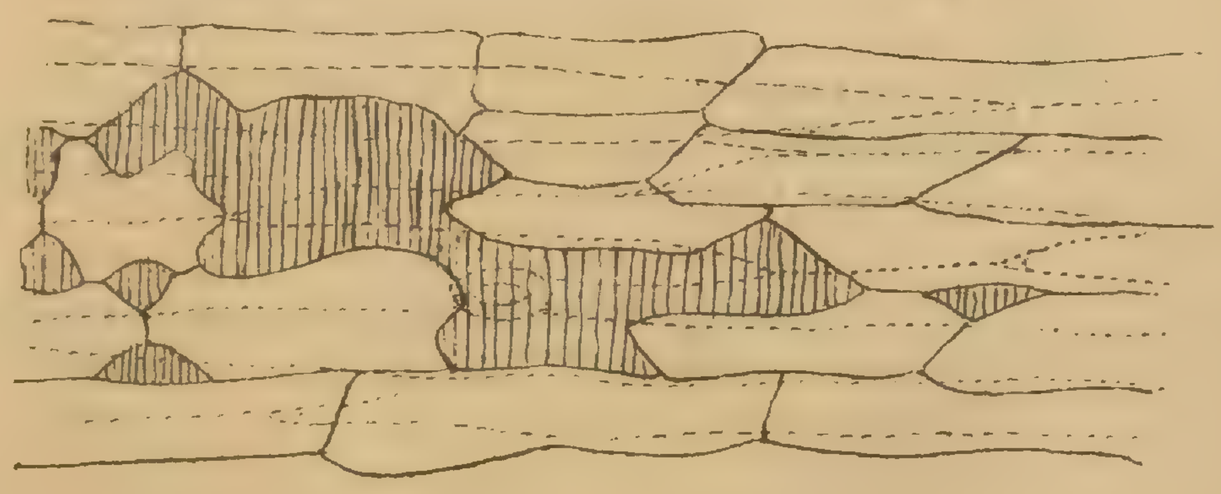


Fig. 3. Hypodermale Interzellularräume in Aufsicht.

noch jemals Blüten auftreten, erinnern z.T. an analoge Erfahrungen an andern Pflanzen, wie sie KLEBS u. a. gemacht. Eine Psychroklinie im Sinne von LIDFORSS konnte bei *Stellaria nemorum* nicht ermittelt werden. Die des Vergleichs halber interessante Messung des Streckungswachstums von Ausläufern ergab eine Länge der wachsenden Zone von 3 - 4 cm, sodass spätestens das dritte Glied ausgewachsen ist. In Boden vordringende Sprosse verhielten sich ganz ähnlich.

Die Sprosse der Hainmiere wie vieler ihrer Verwandter zeichnen sich durch ausserordentliche Brüchigkeit aus. Eine vollständige Trennung an der Bruchfläche findet aber gewöhnlich nicht statt, der Zentralzylinder mit seinem starken Sklerenchym-Hohlzylinder bleibt intakt und wird nur gebogen. Die Pflanze wird auffallend wenig durch solche Brüche beeinflusst. Als deren verursachende Struktureigentümlichkeit wurde sehr starke Verholzung der Epidermis gefunden, eine Eigenschaft, deren Nutzen nicht ersichtlich ist, deren üble Folgen aber nur infolge der besondern Lebens- und sonstigen Bauverhältnisse (starker Zentralstrang, reichliche "Adventiv"-Wurzeln, feuchte schattige Standorte, Wachstum in dichtem Bestand mit Stützhilfe) der Pflanze erst erträglich werden. Ausserdem ziehen sich hypodermal ziemlich ausgedehnte Hohlraum-Systeme hin, den Zusammenhang zwischen Epidermis und Rinde lockernd Auf dem Querschnitt erscheinen sie als 10 - 20 luftführende Gänge, in die auch ein Teil der Stomata münden, über denen die Epidermis etwas vorgwölbt ist. Die physiologische Bedeutung ist fraglich. (Fig. 2 - 4).

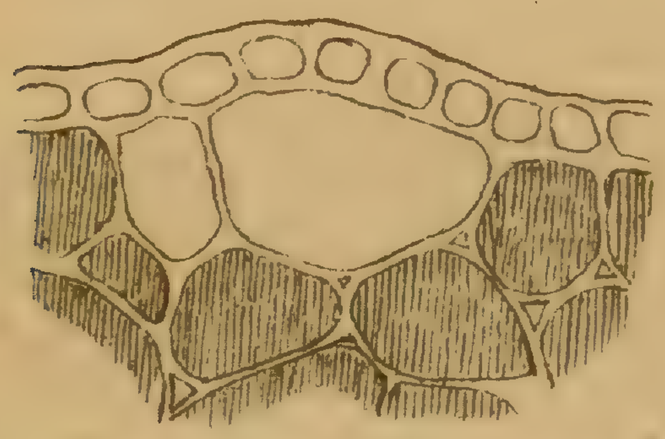


Fig. 4. Hypodermale Interzellularräume im Querschnitt.

Morphologisch besonders auffällig sind alle Sprosse von *Stellaria nemorum* durch ihre extrem eingehaltene Spirotrophie in der Knospenanordnung (Caryophyllaceen-Typ). Auch an den kriechenden Ausläufern ist diese Anordnung vollständig erhalten und wie ausserordentlich fest begründet sie im Vegetationspunkt liegt, bewies der

durchaus negative Ausfall aller Experimente, sie zu verändern. Weder tiefgreifende (physiologische) Änderungen der Lebensverhältnisse, noch experimentell-operative Eingriffe verschiedener Art hatten Einfluss. Dagegen sei hier nebenbei erwähnt, dass bei *Saponaria ocymoides*-Kriechtrieben die Plagiotropie auf die Spirotrophie nicht ohne Einfluss ist und dass hier auch experimentelle Beeinflussung gelang. Bei *Stellaria nemorum* kommen an einer Pflanze in Bezug auf Knospenanordnung beide Spiralrichtungen ohne erkennbare Gesetzmässigkeit vor, ein Spross behält also seine Spirale fast stets konstant, "fehlerlos" bei. Ein Zusammenhang zwischen äusserer Spirotrophie und Richtung der Gefässspiralen wurde nur in sehr engem Ausmass gefunden: rechts-spirotrophe Sprosse scheinen durchschnittlich etwas mehr rechts gewundene, also normale, Spiralgefässe zu haben als linksspirotrophe. Trotz Untersuchung an ziemlich reichem Material soll ein genauerer Bericht erst nach erneuter Nachuntersuchung gegeben werden.

Fig 5.

Fig 6.

Fig. 5, 6. Knospenquerschnitte von Stellaria nemorum.

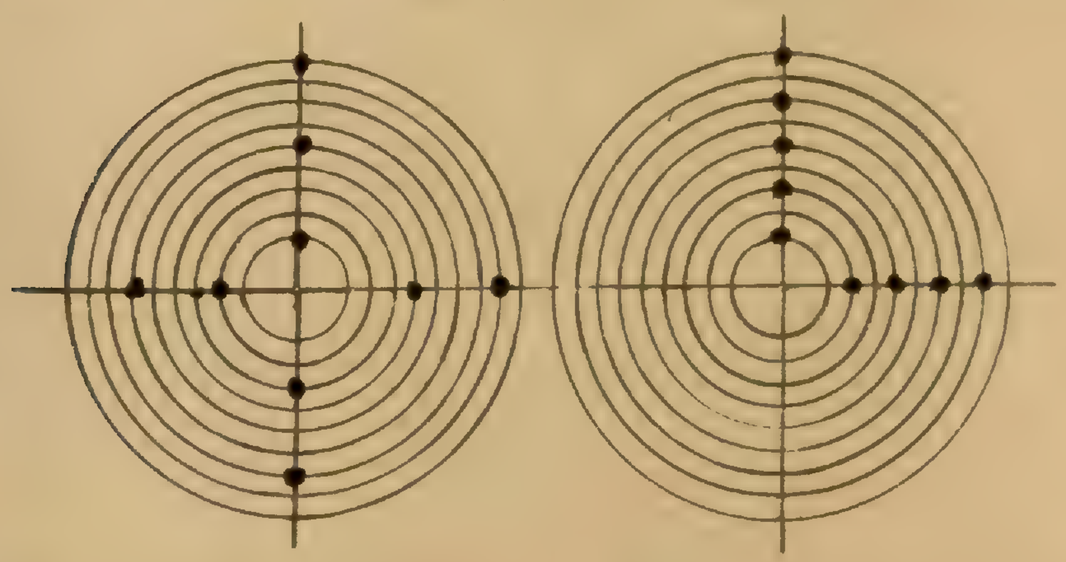


Fig. 7. Schema der Knospenstellung an plagiotropen Sprossen von *Stellaria nemorum* (links) und *Saponaria oxymoides* (rechts).

Anhangsweise sei erwähnt, dass von der einst von JAMIESON behaupteten Eiweissbildung bzw. Stickstoffassimilation in den Haaren von *Stellaria media* bei *St. nemorum* durchaus nichts zu finden war. Doch treten in Epidermiszellen und Haaren der im Winter bei gehemmtem Wachstum reichlich assimilierenden Pflanzen sehr zahlreich Drusen an den Wänden auf, die wohl aus gummiähnlichen Massen bestanden und einen Teil der Eiweiss-Reaktionen lieferten (Fig. 8, 9).

Fig 8.

Fig 9

Fig. 8, 9. Eiweissähnliche Drusen.

CIRCAEA.

Verschiedene *Circaea*-Arten, besonders *C. intermedia* und *C. lutetiana* sind wiederholt zu experimentellen Versuchen herangezogen worden, besonders von GOEBEL (1880, 1893, 1908) und DOSTAL. Es sei zuerst kurz über die Arbeiten des letzteren Autors berichtet. Er versuchte Einblick in die verschiedene morphologische Qualität der verschiedenen Regionen des Stengels zu gewinnen, indem er isolierte Knotenstücke oder Längshälften davon mit je 1 Knospe als Steckling benützte, wobei die Blätter entweder belassen oder entfernt wurden. Im ersteren Fall änderte sich die Qualität der Achselknospen in einer kontinuierlichen Reihe von der Basis entnommen bis zu den apikalen Stecklingen, wenn möglichst wenig entwickelte Achselknospen allein verwendt wurden. Die untersten ergeben typische, langgliedrige, kleinblättrige, plagiotrope Ausläufer, diesen folgten Sprosse, deren proximaler Anfang ausläuferartig war, aber nach kurzem Verlauf in einen sich

aufrichtenden, kurzgliedrigen Laubspross überging; die nächsten lieferten von Anfang an aufgerichtete Laubtriebe begrenzten Wachstums, doch noch ohne Blüten, die obersten fortschreitend ausgesprochen kurze Blütenstände. Alle Seitensprosse zweiter Ordnung waren Ausläufer mit z.T. senkrecht abwärts gerichtetem Wuchs und in solche giengen auch z.T. nicht mit Blüten endende relative Hauptaxen über. Ganz anders die blattlosen Stecklinge. Hier entstanden zunächst stets aufrechte Laubtriebe, die nicht zur Blütenbildung schritten, sondern entweder ihr Wachstum allmählig einstellten oder zu Ausläufern wurden. Verdunkelung der Blätter wirkte wie Entfernung derselben, d.h. die Ausschaltung der physiologischen Tätigkeit wie vollständige Abwesenheit.

Diese Versuche wurden zunächst wiederholt und im grossen Durchschnitt die gleichen Ergebnisse erhalten, doch wichen die einzelnen Pflanzen viel mehr als nach DOSTAL zu erwarten war, von der Regel ab, was freilich schon DOSTALs veröffentlichten beide Protokolle ahnen liessen. Als Mittelbildung sind jedoch die gefundenen Ergebnisse zweifellos ganz richtig und in ihrer Regelmässigkeit auffallend. DOSTAL erklärt die Resultate in erster Linie aufgrund der Verschiedenheit in der Assimilationsleistung der Blätter, wobei er anscheinend auf qualitative Differenzen weniger Wert legt als auf das Verhältnis zwischen mineralischen und organischen Nährstoffen. Relatives Überwiegen der ersteren soll aufrechte Laubtriebe entstehen lassen, starkes Vorwalten der letzteren Blütenbildung bewirken, bei mittleren Verhältnissen sollen Ausläufer entstehen. Wir werden darauf noch zurückkommen, hier aber erwähnen, dass DOSTAL auffallend wenig die so sehr verschiedene Bewurzelung der Stecklinge berücksichtigt. Wenn er z.B. bei blattlosen Stecklingen direkt von einer Überschwemmung mit mineralischen Nährstoffen zu sprechen geneigt ist, so ist das bei unbewurzelten, in Sand (nicht näher bezeichnet) oder Quellwasser gezogenen Stecklingen nicht ganz verständlich, und dass diese wenigstens in der entscheidenden Zeit fast oder ganz wurzellos waren, folgt aus Abbildungen und z.T. Protokollen. Ferner wäre zu berücksichtigen, dass sich die Knospen verschiedener Insertion von allem andern abgesehen auch durch ihr Alter unterscheiden. Eine scharf abgegrenzte, auch physiologisch und potentiell abweichende, blattlose, untere Region kann ich nicht finden, sondern nur eine weitere Zunahme der "basalen Tendenzen". Das Abfallen der Blätter von diesen untersten Knoten ist auch weitgehend von zufälligen Bedingungen abhängig.

Zunächst soll kurz eine Darstellung der Versuche gegeben und dann versucht werden, ein einheitliches Bild zu bekommen.

Es war zu prüfen, wie sich die ganze Pflanze unter verschiedenen Lebensbedingungen bezüglich Form und Formwechsel verhielt, vor allem ob auch hier durch Darbietung von viel oder wenig mineralischen Stoffen bzw. Sonnenlicht zur Assimilation wesentliche Differenzen zu erzielen sind. Die Pflanzen wurden dazu teils in sterilem Sand, teils in fetter Erde, teils in mässigem Schatten bzw. vollem Licht gezogen und trocken oder feucht gehalten. Dabei war nun in allen Fällen der Entwickelungszyklus im wesentlichen derselbe. Es sei nur ein Beispiel gegeben. *Circaea intermedia* unterliess in trockener, sonniger Sandkultur alle oberirdiche Verzweigung, im Extrem selbst den Blütenstand, die Pflanzen waren einaxig-aufrecht, verloren ihre Blätter früher, entwickelten aber ganz normal unterirdich eine freilich kleine Zahl vollkommen normaler Knöllchen. Dicht daneben in nahrhafter Erde und bei reichlicher Wasserzufuhr entstanden oberirdisch reich verzweigte Formen, deren Nebenaxen, doch selbst auch die meist schräge Hauptaxe stark zu Plagiotropie und Ausläuferform neigten. Knöllchen normal, zahlreich, nach Entfernung des Topfes vom Ballen als dichter, weisser Ring in 2 - 5 cm Tiefe erscheinend. Ihre weisse Farbe ging am Licht in beiden Fällen rasch in rot über. Ganz analog ist der Unterschied zwischen Hunger- und Normalformen von *Circaea lutetiana*. Hier ergab ein besonders kräftiges Exemplar als Beweis für die enorme vegetative Propagation 95 selbständige "Rhizomknöllchen". Im ügrigen zeigte sich, dass wie sonst auch allzu schwache Belichtung und starke mineralische Ernährung die Blütenentfaltung wenigstens relativ hemmt. Weitgehende Entblätterung änderte wenig, gegen völlständige Verdunkelung sind die Pflanzen ziemlich empfindlich, was sich auch darin zeigt, dass schon längere Verdunkelung der Hauptaxe die nächsten Nebenaxen zu Aufrichtung veranlasst.

Der Versuch, die Pflanze durch Umgeben der mittleren Partie mit feuchter Erde (in einem frei gehaltenen Blumentopf) zur Ausbildung einer zweiten "Basis" zu vermögen, misslang; horizontal gelegte, an der Spitze mit Erde bedeckte Triebe richteten ihre belichteten und z.T. ihre eingegrabenen Sprosse einfach wieder auf, an den Knoten, selbst sehr alten, entstanden allmählig gewaltige, einseitig untere Aufschwellungen. Wir ersehen daraus, dass der Entwickelungszyklus und auch die einzelnen Gestaltungen derart nicht wesentlich zu beeinflussen sind, daher also auch unter recht differenten Verhältnissen offenbar aus innerer Notwendigkeit und recht stabil erfolgt, was natürlich nicht heisst, dass er unabänderlich sein müsste.

Durchtrennung der Hauptaxe in verschiedener Höhe ergab folgendes: Der untere bewurzelte Teil wuchs beim Wegnehmen eines kleineren oberen Stücks fast unverändert weiter, sonst richteten sich die nächsten Seitenäste auf, bzw. bisher ruhende Knospen wurden zum Austreiben veranlasst, auch Seitenknospen und wenigstens bis Mitte des Sommers selbst unterirdische Teile verhielten sich so und wuschsen als Zweige aus, die (die basalsten mit grösster Verzögerung) zur Blütenbildung gelangten. Der obere Teil als Steckling erhielt sich selbst bei recht spärlicher Bewurzelung meist sehr gut und setzte die normale Entwickelung fort, wenn er dieselbe auch nicht immer vollenden konnte, was aber meistens einschliesslich der Samenreife geschah. Die Serialknospen solcher Stecklinge bildten sich zu Ausläufern aus und zwar am jeweils basalen Teil am stärksten, an Stecklingen selbst, die den obersten Teilen entstammten. Von Anfang Oktober ab aber nahmen auch Seitenaxen, die noch nicht durch Blütenbildung dazu unfähig waren, ± Ausläufercharakter an, das gleiche war zuweilen mit der Terminalknospe selbst der Fall (GOEBEL hat das schon vor langem beobachtet) und ebenso, was nachgetragen sei, mit wenig entwickelten Seitenaxen bzw. Knospen, welche basalen Knoten der ursprünglichen Pflanze angehörten. Wir schlissen daraus, dass bis zum Ende des normalen Entwickelungsganges hin derselbe auch nach tiefgreifenden Eingriffen trotzdem eingehalten wird, dass aber ganz gegen Schluss desselben eine gewisse Umstimmung eintreten muss und Formen liefert, die sich auch ergeben durch die Entwickelung von Organen, die ohne Eingriffe sich nicht entwickelt hätten.

Die Ergebnisse der Einzelstecklingskulturen nach DOSTAL brauchen nicht nochmals geschildert, sondern nur einzelnes hervorgehoben zu werden. Auf den Durchschnittscharakter der DOSTALschen Berichte ist schon hingewiesen. Auffallend war zunächst, dass die Qualität der Seitensprosse durch gute oder sehr schlechte Bewurzelung sehr wenig beeinflusst wurde; wurzellose und reich bewurzelte, sonst gleiche Knoten lieferten wenigstens zunächst qualitativ gleiches, dann machte sich schlechte Bewurzelung mehr in Wachstumsverlangsamung als anderweitig bemerkbar. Sehr wesentlich ist auch der Umstand, dass von zwei Knospen oft ganz verschiedene Gebilde hervorgingen, sogar z.B. aus der einen ein kurzer Blütenstand, aus der andern, die gewöhnlich wenigstens anfangs in der Entwickelung zurück war, ein typischer Ausläufer, wohl als Zeichen für die Neu-Ausbildung einer gewissen Polarität in dem neuen Individuum. Bei Stecklingen, denen nur 1 Blatt belassen wurde, sass die Verschiedenheit der beiden Triebe, der Ausläufer, bald in der Blattachsel , bald umgekehrt, lauter Verhältnisse, die man nicht mit dem einfachen Namen Korrelation verdecken kann, wenn man sonst kausales Verständnis anstrebt. Merkwürdig war ferner noch, dass bisher steil aufwärts wachsende Laubtriebe, die sich zum Blühen anzuschicken schienen (entstammten mittleren Knoten, im August), nicht selten zunächst ohne sonstige morphologische Veränderung in scharfem Ruck sich abwärts wendeten, was seltener auch bei Blütenständen selbst sich ereignete. In ersterem Fall ging der Trieb dann allmählig in einen Ausläufer über, was in letzterem Fall nicht beobachtet wurde. Sehr konstant waren alle Seitentriebe relativ zweiter Ordnung unterhalb eigentlicher Blütenstände steil abwärts wachsende typische Ausläufer, die selbst an kurzen, nur mit 2 Laubblättern versehenen Blütenstandszweigen dich unterhalb der hier gehäuften Blüten entsprangen und z.T. sehr kräftig sich entwickelten. Nur eine Anzahl aus blattlosen Knoten der Mittelregion entsprungene, ausserordentlich kräftige und vor allem sehr reich bewurzelte Laubtriebe, deren proximale Teile also oft horizontal waren, die aber nicht blühten,

hatten als Seitentriebe neben basalen Ausläufern weiter oben kräftige, aufrechte Laubtriebe, also ein bemerkenswerter Fall.

Eigens seien hier die Serialknospen besprochen. Sie entspringen charakteristischer Weise nicht eigentlich an der Hauptaxe selbst, sondern an der Aussenseite der lange wachstumsfähigen ersten Knoten der Seitenäste. Wenn sie normal an der intakten Pflanze nicht austreiben, wird man das mit Recht der Tatsache zuschreiben, dass der "ausläuferbildende" Nahrungsstrom an ihnen vorbei der Basis der Pflanze zuströmt, die offenbar dafür eine stärkere Anziehungskraft besitzt. Isoliert man aber Knoten mit ganz wenig entwickeltem, zum Blütenshand disponiertem Haupt-Seitenast und bereits deutlicher Serialknospe, so entwickeln sich beide beim Steckling trotz der sicherlich nicht wesentlich verschiedenen Ernährung ziemlich gleichzeitig in verschiedener Weise, der Seitenast zum Blütenzweig, die Serialknospe zum Ausläufer. Ihre nun sehr starke Anziehungskraft zeigt sich durch ihr Wachstum, das oft den Blütenzweig weit übertrifft, ihre gute Verbindung mit dem ersteren in der Tatsache, dass oft sehr starke derartig entstandene Pflanzen nur an dem Serialausläufer bewurzelt sind, dessen Basalstück damit gewissermassen umgekehrt zur Basis der neuen Pflanze wurde. Die Serialknospe ist in allen Fällen, selbst weit oben, weitgehend zum Ausläufer disponiert. Sind mehrere hintereinander vorhanden, so entwickelt sich die obere meist schwach und mehr aufwärts, die untere zum typischen Ausläufer. Der Einfluss der Polarität und der durch die Stellung bedingten Induktion wird hier besonders deutlich, beide aber sind nicht ganz stabil, wie wir schon sahen und noch sehen werden.

Benützt man als Stecklinge längere entblätterte, mittlere Sprossstücke, so entwickeln sich alle oberen Knospen trotzdem zu Blütenständen, entfernt man die Knospen frühzeitig, so bilden die oberen Serialknospen aufrechte Laubtriebe, die aber nur verspätet oder gar nicht blühen. Am unterirdischen Teil entwickeln sich vielfach anstatt der absterbenden Knospen die Serialknospen, und zwar als Knöllchen, ein Beweis dafür, wie stark die Anziehung der Serialanlagen für diesbezügliche Baustoffe ist, und zwar ganz zu unterst zu "stiellosen" Knöllchen, weiter oben zu Knöllchenausläufern. Im übrigen weisen derartige Stecklinge bei starkem Wachstum in den Seitenaxensystemen oft ganz unregelmässige, sonst nicht beobachtete Verzweigung auf, indem oft die beiden Blätter eines Paars auseinander treten, indem ferner einzelne Seitenteile höherer Ordnung die relative Grundaxe, die zu einem spärlichen Blütenstand wird, und ihren überholten Partner sympodienartig zur Seite drängen, offensichtlich weil mit Eintritt der neuen Verhältnisse wieder die Bedingungen für vegetatives Wachstum besser werden, die schon weitgehend zu Blütenständen disponierten Seitenaxen zweiter Ordnung aber dazu nicht mehr geeignet sind.

In Wasserkultur gedeihen *Circaea*-Arten sehr gut, bilden ausserordentlich reichlich Ausläufer, deren Bildung an und für sich überhaupt durch Licht nicht beeinträchtigt erscheint, wie DOSTAL angibt, und zwar werden diese Ausläufer ausserordentlich lang, sind aber besonders am Licht nicht imstande, Knöllchen zu erzeugen. Im Dunkeln sind Ansätze dazu vorhanden, allein zu typischer Ausbildung kommt es nicht. Ob zu den Wasserkulturen äusserst verdünnte oder konzentriertere Nöhrlösung (0,2% KNOP) verwendet wurde, war wesentlich gleichgiltig. Während des Winters warm (15°) gehalten, wuchsen die Ausläufer ununterbrochen, wenn auch langsam weiter.

Wir betrachten nun das Verhalten der Knöllchen, um die Erscheinungen bei deren Austreiben mit den obigen vergleichen zu können. Im Dezember findet man bei *Circaea intermedia* von etwa 15 cm Tiefe bis nahe zur Oberfläche 5–6 cm lange, höchstens 0,5 cm dicke (dickste Stelle weit vorn) typische Knöllchen, wöhrend *C. lutetiana* meist in 10 - 20 cm Tiefe mehr oder weniger horizontal liegende, oft stark verkrümmte Rhizomstücke von 10 - 25 cm Länge und geringer Verdickung gegen das Ende zu bildet. Die letzten Internodien sind gewöhnlich schwächer und steil aufwärts gekrümmt. In beiderlei Gebilden findet man sehr reichlich Stärke, fast keinen reduzierenden Zucker. Bis gegen Ende des Jahres lassen sich die Knöllchen nicht antreiben, auch die üblichen Treibverfahren führten zu keinen brauchbaren Resultaten. Von Ende Dezember ab aber setzte im temperierten Haus (15°) Wachstum.

ein. Am Licht bildete *C. lutetiana* ganz langsam einige sehr stark verdickte Knoten, dann wurde das Längenwachstum lebhafter, das Rhizom schlüpfte wieder in den Erdboden hinein, unterhalb der Erdoberfläche war die anfängliche Anschwellung unmerklicher, das Rhizom wuchs als solches langsam weiter. Wir nehmen an, dass die Mobilisierung von Reservestoffen zu einer Zeit eintrat, in der das Wachstum des Vegetationspunktes noch in der Ruheperiode sich befand und jedenfalls noch nicht zu der intensiven Tätigkeit bereit war, wie sie zur Bildung eines aufsteigenden Laubsprosses nötig ist. Zucker war nun im Rhizom ziemlich reichlich vorhanden, die Bewurzelung spärlich. *Circaea intermedia* war zu gleicher Zeit gleichfalls zum wirklichen Austreiben noch nicht bereit, doch drangen hier die langsam sich verlängernden Knöllchen nicht immer in den Boden ein, wuchsen im Gegenteil meist etwas aufwärts, die in der Erde sogar sehr steil bis senkrecht, während sich etwa bildende Seitentriebe als typische Ausläufer in den Boden begaben, wo sie nach einer Anzahl dünner langer Internodien Knöllchen bildeten. Also bereits auf diesem Stadium Ausläuferbildung! Anfang Februar waren die Terminalknospen zu kräftigen Pflanzen geworden, aber das Längenwachstum blieb äusserst gering, der Habitus also fast rosettenartig. Am oberirdischen, mit ziemlich grossen Blättern besetzten Teil entsprangen zahlreiche schwache Ausläufer, die sich sofort in den Boden begaben und dort nach kurzem Verlauf, ebenso wie die zahlreicheren unterirdischen Stolonen, wieder Knöllchen bildeten (Fig. 10). Ende Februar hatten sich bereits etwa ebenso viele Internodien gebildet als sonst an aufrechten Pflanzen im Laufe des Sommers, aber sie blieben kurz, die Terminalknospe wandte sich schliesslich abwärts und wurde in einigen Fällen sogar zum Ausläufer, alle Seitenäste, die bis zu oberst reichlich entsprangen, drangen sofort in den Boden ein und bildeten Knöllchen. Zucker war in den Rhizomen nun sehr reichlich vertreten. Nicht alle Rhizome hatten so frühzeitig getrieben; diejenigen, welche erst Ende Februar zu treiben begannen, oder solche, welche erst zu dieser Zeit warm gehalten wurden, trieben fast ausnahmslos in normaler Form aus oder zeigten jene Hemmungsformen höchstens als bald überwundenen Übergang. Wir sehen für diese merkwürdigen Vorgänge keine andere Erklärungsmöglichkeit als die, dass die Bereitstellung grösserer Mengen unmittelbar verwendbarer Baustoffe durch die Bedingungen des Experiments zu einer Zeit erfolgt, zu der aus irgendwelchen Gründen das Wachstum noch nicht oder doch nicht mit der Intensität erfolgen kann, wie es zur Bildung eines normalen Sprosses nötig wäre. Wir werden darauf noch zurückkommen.

Fig. 10. *Circaea lutetiana*, vorzeitig getrieben.

Bevor auf das Verhalten im Dunkeln austreibender Knöllchen eingegangen sei, muss einiges von den Erfahrungen bei der Wasserkultur angeführt werden. Es wurde schon drauf hingewiesen, dass nur im Dunkeln Knöllchen entstehen, aber auch diese an den stärkeren Zweigen nicht sehr ausgeprägt, insofern sie gewöhnlich "durchwachsen". Es scheint also Dunkelheit und eine gewisse Wasserarmut die Entstehung von Ruheorganen zu fördern [1]. Wie GOEBEL betont hat, entstehen am Licht an den Stolonen kleine Laubblätter, im Dunkeln aber Schuppenblätter, und zwar kann man durch wiederholte Belichtung bzw. Verdunkelung diesen Wechsel am gleichen Spross mehrmals hintereinander bewirken. Am Licht wachsen die Ausläufer in Wasserkultur wie in feuchter Luft schräg abwärts, kräftige Triebe meist nur bis etwa 45° geneigt, schwächere Nebenaxen viel steiler. Nach längerem Wachstum in Wasserkultur haben sich die ersteren zuweilen auch am Licht bis fast horizontal gestellt, offenbar eine ähnliche Umstimmung wie sie unter ganz anderen Umständen bei hoch im

1) Im Licht bilden sich gegen Herbst zu zwar auch zuweilen verkürzte und verdickte Internodien, doch lange nicht bei allen Ausläufern und stets nur als bald wieder aufgegebene Durchgangsform.

Boden entspringenden Stolonen stattfindet, eine Stellung, die aber hier bei weiterem Wachstum wieder in schräg-abwärts übergeht. Im Dunkeln herrscht Plagiotropismus vor, doch nicht ganz konstant. In alten Wasserkulturen kommen die Pflanzen zu normaler Zeit reichlich zur Blüte und erzeugen vor dem Absterben der oberen Teile an der Basis noch zahlreiche, kurz bleibende Ausläufer, die im Gegensatz zu den älteren bald ihr Wachstum einstellen und sich verdicken, also sehr klein bleiben. Alle diese in Wasserkultur erhaltenen Knöllchenformen verhalten sich beim Austreiben ganz ähnlich den normal in der Erde entstandenen, insofern sie nämlich bei vorzeitigem Antreiben in Stolonen auswachsen. Die nicht verdickten Ausläufer-Enden der Lichtkultur wenden sich im Licht nach abwärts und schwellen nun oft zu Knöllchen an, ein Vorgang, der offenbar durch das Abtrennen und die Entfernung aus dem Wasser nun selbst im Licht möglich wird.

Es wurde mit Knöllchen von *Circaea intermedia* versucht, ob bei Austreiben in konstantem Dunkel ähnliche Erscheinungen eintreten, wie sie z.B. bei der Kartoffel bekannt sind. Bei den im Februar vorgenommenen Versuchen wuchs die Hauptaxe vertikal in die Höhe, die Seitentriebe, die normal erst dann sich entwickeln, wenn bereits oberirdische Teile ziemlich reichlich vorhanden und die dann zu Ausläufern werden, wuchsen nach einiger Zeit aus und zwar gewöhnllich nur 2 an der Basis in Form von schwach aufsteigenden, langgliedrigen Zweigen. Über diese dreiaxigen Gebilde, die recht gross (Seitenaxen bis 15 cm lang!) wurden, kamen die Pflanzen nicht hinaus, bildeten dann an den Enden kleine, stärkereiche Knöllchen und starben dann bis auf diese ab. Wurden sie vorher an Licht gebracht, so bildeten sich alle Stolonen zu kurzen, sehr verdickten, aber mit grossen Blättern versehenen Sprossen um, also gewissermassen beblätterte Knöllchen, die dann ihr Wachstum zunächst einstellten und erst nach längerer Zeit zu kleinen normalen Pflanzen auswuchsen. Das Licht hat hier also einmal das Längenwachstum der pathologisch veränderten Pflanzen gehemmt, was im Zusammenhang mit dem Nachströmen von mobilen Reservestoffen zur Anschwellung führte, es hat aber anderseits die Blätter zur Entwickelung gebracht. Es war also gelungen, das Wachstum zu einer Zeit zu hemmen, zu welcher längst die Disposition zur Bildung aufrechter, grossblättriger Sprosse bestand, sich aber wegen des Lichtmangels nicht verwirklichen konnte und dadurch jene sonderbaren Mittelbildungen zu erhalten. Übrigens erwies es sich als gleichgiltig, ob man nach Überführung an das Licht den Pflanzen reichlich mineralische Nährstoffe bot oder nicht.

Es mussten noch positive Befunde über den Chemismus erhoben werden, um damit eine versuchte Erklärung der Erscheinungsreihen in Einklang zu bringen. Eine Aschengewichtsbestimmung ist hier von nicht allzu hoher Bedeutung, schon des in allen Teilen der Pflanze vorhandenen vielen Oxalats wegen. Ferner kommt ja für eine Theorie nicht der Mineralstoff-Gehalt des Ganzen inbetracht, sondern der in den Vegetationspunkten, zwei voneinander nicht notwendig direkt abhängige Grössen. Immerhin musste die Bestimmung von Interesse sein und ergab (vorgenommen im Juli) folgendes Resultat (*Circaea lutetiana*):

Oberirdische Teile der Pflanzen:	Frischgewicht	12,0 g
	Trockengewicht	3,27 g = 27,2%
	Asche	0,25 g = 7,7% d. Tr.
Rhizom:	Frischgewicht	42,0 g
	Trockengewicht	12,49 g = 29,8%
	Asche	0,5 g = 4,56% d. Tr.

Also während der Wassergehalt fast gleich war, zeigte sich der Aschengehalt in den oberen Teilen der eben aufblühenden Pflanze wesentlich höher. Wie gesagt ist es leider nicht möglich, die Konzentrationsverhältnisse der zirkulierenden Lösungen bzw. der jeweils mobilen Stoffe zu ermitteln und dadurch wird dem an sich ganz interessanten Resultat viel von seinem Wert genommen.

Zucker fand sich im Spätherbst in den Rhizomen fast gar nicht, während des Winters war seine Menge gering, stieg aber im Frühjahr rasch an und zur Zeit des Austreibens war die so beweglich gemachte Stoffmenge recht reichlich, doch überwog sicherlich noch die unbewegliche Stärke. Mitte April, als die Erdknospen eben die Oberfläche erreichten, war im hintersten Teil des Rhizoms von *C. lutetia-*

ana nurmehr sehr wenig Stärke zu finden, desgleichen der meiste Zucker schon ausgewandert, im mittleren Teil neben wenig Stärke ziemlich reichlich Zucker, im vordersten auch noch etwas Stärke, aber ausserordentlich viel Zucker. Wenn man also Zuckes als mobilen und jederzeit verwendbaren Baustoff ansieht, so ist davon zur Zeit des Austreibens sehr reichlich vorhanden, ein Umstand, der für die Erklärungsversuche entwickelungsgeschichtlicher Art sehr inbetracht kommt, wobei aber auch zu betonen ist, dass zu dieser Zeit auch ein reich entwickeltes Wurzelsystem an allen Rhizomteilen (mit Ausnahme der ältesten) zur Verfügung stand.

Bevor wir nun versuchen uns ein Gesamtbild zu entwerfen, sollen einige allgemeine Bemerkungen vorausgeschickt sein. Wir können die pflanzliche Form bzw. den Formwechsel einer Art unter drei Gesichtspunkten betrachten:

1. Rein beschreibend, eine Aufgabe, die in gewissen, mehr äusserlichen Grenzen voll lösbar ist und für sich selbst besteht.

2. Wir können die Tatsachen gewissen, durch vielerlei vergleichende Beobachtung gewonnenen Begriffen unterzuordnen suchen und damit ein gewisses Verständnis anbahnen. Solche Begriffe wären etwa Stimmung der Pflanze bzw. Periodizität, Induktion, Polarität, Korrelation. Zu betonen ist, dass es sich dabei keineswegs um reine Begriffskonstruktionen handelt, die nur vom Menschen aus irgendwelchen Gründen und nur für ihn zweckmässig willkürlich in das Pflanzenleben hineingeschoben wurden, sondern zweifellos um gewisse Realitäten, deren tiefere Ursache zunächst unerörtert bleibt. So kann unter Verzicht auf Letztes doch ein gewisses Verständnis, vor allem eine vergleichende Vereinheitlichung der unendlichen Mannigfaltigkeit pflanzlichen Geschehens erzielt werden. Aber einerseits dürfen diese Begriffe, bzw. das, was dahinter steckt, nicht als etwas unabänderlich und starr herrschendes betrachtet werden, sodass in allen Fällen mathematisch sicher Vorherbestimmung des kommenden möglich wäre (was freilich der Fall sein müsste, wenn wir den jeweiligen Ausgangszustand genügend genau kennen würden, wovon aber nirgends die Rede sein kann), anderseits dürfen wir nicht glauben, das wirkliche Geschehen in diese Begriffe, denen trotz allem doch eine gewisse Subjektivität anhaftet, unbedingt und immer hineinpressen zu können.

3. Wir versuchen, den Formwechsel rein kausal bzw. konditional auf chemisch-physikalisches Geschehen zurückzuführen, eine Aufgabe, die abgesehen von ihrer ungeheuren Kmplexität zur Zeit deshalb nicht voll lösbar sein kann, weil wir einerseits nicht wissen, inwieweit das Lebensgeschehen überhaupt so begreiflich ist, anderseits aber noch viel weniger, wie wir uns die Ergänzung vorzustellen hätten. Freilich der einzelne Vorgang verläuft zweifellos rein "mechanisch", aber schon hier dürfen wir mit ungeheurer Steigerung einen Satz gelten lassen, den jüngst K. A. HOFFMANN für einfachste anorganisch-chemische Reaktionen aussprach: "Wenn die Reaktion eintritt, was von bis jetzt meist noch rätselhaften Bedinggungen abhängt, ..." dann verläuft sie gesetzmässig. Man beachte das "wenn" und den Nebensatz. Dazu kommt weiters die enzymatische Natur, also wohl Lebensvorgänge. Ebenso wichtig wie die Konstellation der reaktionsfähigen Stoffe ist das Vorhandensein oder Fehlen von Enzymen, damit etwas geschieht und wie spezialisiert und bedingt ihrerseits wieder deren Wirksamkeit ist, ahnen wir bereits. Und endlich kommt noch die rätselhafte Selbstregulationsfähigkeit des Lebenden dazu, die das Geschehen in vorerst dem Grund nach noch ganz unverständlicher Weise massgebend beeinflusst.

Aus all' diesen Erwägungen heraus können wir eine allzu einfache "mechanische" Erklärung der Lebensvorgänge, besonders der entwickelungsgeschichtlichen, nicht annehmen, wollen aber unserseits auch unsere Zuflucht nicht zu ganz schleierhaften Begriffen, wie "Lebenskraft" u.s.w. nehmen.

Versuchen wir nun den durch Versuche dargestellten Entwickelungsgang von *Circaea* danach zu verstehen. Im Frühjahr tritt normal die Endknospe des mit Reservestoffen, auch bereits mobilisierten, reich versehenen Überwinterungsorgans aus und entwickelt sich schnell. Dass das durch den Reichtum von gespeicherten Assimilaten erst möglich wird, ist selbstverständlich, aber keine notwendige Folge davon, denn wir sehen, dass bei früherem Antreiben zwar auch eine weitgehende Umwandlung der Reservestoffe eintritt und doch ein ganz anderes, meist viel langsameres Wachs-

tum eintritt, indem der auch tropistisch ganz anders gestimmte Spross als Ausläufer in den Boden kriecht. Ebenso kann neben einem schwachen, normalen Laubspross durch offenbar die gleichen Reservestoffe ein dicht dahinter befindlicher Seitenpross als typischer Ausläufer bzw. Knöllchen sich ausbilden und sogar das Grossteil der Reserven sich aneignen. Endlich fanden wir, dass bei frühzeitigem Austreiben unter Umständen zwar ein Laubspross entsteht, der aber nur ganz schwach in die Länge wächst, eine Art Rosette bildet und oft sogar schliesslich als Ausläufer in den Boden zurückkehrt, was seine zahlreichen Seitensprosse schon vorher getan. Die Endknospe ist zur Zeit des Austreibens durch die Tätigkeit eines reichen Wurzelsystems zweifellos auch mit Aschenbestandteilen reichlich versorgt. Doch war beim vorzeitigen Austreiben das Wurzelwerk immer relativ zurück. Aber abgesehen davon, dass wir das auch erst "erklären" müssten, scheint der damit mögliche verschiedene Wert des Verhältnisses der mineralischen Substanzen zu den organischen Stoffen doch nicht morphogenetisch von allzu hoher Bedeutung im angezogenen Fall. Wie die diesbezüglichen Verhältnisse am entscheidenden Vegetationspunkt wirklich liegen, bleibt verborgen, denn einerseits ist die Versorgung mit beiden reichlich, anderseits auch der Verbrauch, die Bilanz also, unsicher. Äussere Einflüsse, wie Entfernung des grössten Teils des Reservestoffbehälters oder schwache bzw. stark mineralische Ernährung konnten in Versuchen nur quantitative, nie ausgesprochen qualitative Änderungen hervorrufen. Es bleibt nichts über das Vorhandensein eines Stoffes, etwa eines Enzyms, im Vegetationspunkt anzunehmen, der als Wuchsenzym zunächst über die Intensität des Wachstums entscheidet. Wir könnten annehmen, während des Winters sei die Umstimmung des Vegetationspunktes zum Laubspross, möglicherweise auf enzymatischer Natur, noch nicht genügend erfolgt und so geschieht das Austreiben bei vorzeitiger Mobilisation der Reservestoffe als Ausläufer bzw. Knöllchen. Das Steckenbleiben bereits als gestauchte Laubtriebe entwickelter Terminalknospen wäre auf noch nicht genügende Aktivität bzw. vorzeitige Erlahmung des Wuchsenzyms zurückzuführen. In ähnlicher Weise (siehe unten) wäre das Verhalten von Seitenknospen zu erklären. Was wir sonst "Stimmung" nennen, führen wir zurück auf stoffliche Basis, was freilich bis zum wirklichen Nachweis solcher Stoffe seine Berechtigung nur durch Analogie mit mancherlei Erfahrungen, besonders im Tierreich, hat. Anders als durch ein derartiges Abklingen eines Wuchsenzyms können wir auch die Knöllchenbildung an bisher in die Länge wachsenden Ausläufern schwer verstehen; denn diese tritt auch bei Konstanz der äusseren Faktoren ein und zwar trotz reichlichster Stoffzufuhr, wie der Stärkereichtum des Knöllchens beweist. Ähnliches kommt ja bei vielen Speicherorganen vor. Schon GOEBEL hat als wahrscheinlichsten Grund für das Verhalten vorzeitig getriebener *Circaea*-Knöllchen allzu starke Überflutung des Vegetationspunktes mit mobilisierten Reservestoffen angenommen und unserer Auffassung ist das ja auch der Fall, doch nehmen wir weiter als Ursache dieser Überflutung, gestützt auf unsere Erfahrungen über Enzyme und Hormone, die enzymatisch bedingte Wachstumshemmung an, die in Verbidnung mit der reichen Stoff-Zufuhr ein Knöllchen entstehen lässt. Wenn im Licht die Knöllchenbildung offenbar gehemmt ist, so kann das auf verschiedenen, nicht näher fassbaren Ursachen beruhen, ebenso wie wir ja auch den Grund des Entstehens von kleinen Laubblättern anstatt Schuppen im Licht kennen, nicht verwunderlich, da uns doch selbst der Mechanismus der Anthocyanrötung durch Belichtung, also ein viel einfacherer Prozess, noch ganz unbekannt ist.

Wenden wir uns nun der auffallenden Erscheinung der polaren Verteilung verschiedener Seitensprossformen zu, die insbesondere von DOSTAL in gewisser Richtung so genau studiert wurde, so ist von vornherein möglich, dass die einzelnen aufeinander folgenden Knospen von Anfang an verschieden "gestimmt" sind. Wir finden ja einen ganz bestimmten Entwickelungsgang bzw. Formwechsel z.B. bei vielen auch unter voller Konstanz der Faktoren einen bestimmten Zyklus durchlaufenden Annuellen, wir sehen das rein innern Gründen die immer gleiche Aufeinanderfolge der Kreise in den Blüten, ein Verhalten, das bei noch geschlosseneren Systemen, wie etwa bei Tieren, die vergleichsweise hier genannt seien, noch gesteigert erscheint. Je offener ein System ist, desto leichter lässt es sich beeinflussen, die normale Entwickelungsreihe abändern, was bei Blüten, deren Anlagen jeweils

das Material für die Grundlegung des ganzen Gebildes bereits in sich tragen, auch infolge der raschen Aufeinanderfolge und der engen Raumverhältnisse begreiflicherweise schwer oder derzeit unmöglich ist. Ist die Entscheidung darüber, ob die Blüte überhaupt entsteht, gefallen, dann ist der weitere Entwicklungsgang fast stets ein ganz bestimmter, insbesondere die Reihenfolge der Anlage ganz konstant. Wir nehmen also auch für *Circaea* in diesem Sinne eine von vornherein bestehende Induktion der Knospen an, d.h. die Knospe ist von vornherein besonders zu einer gewissen Entwickelung vorzugsweise geneigt. Ob hierher auch die starke Entwickelungshemmung der basalen, oberirdischen Knoten von *Circaea* gehört, kann ich nicht entscheiden. Was aber aus der Fülle der verschieden stark ausgeprägten Potenzen wirklich wird, das entscheidet sicherlich die Ernährung. Neben der Quantität der Nährstoffe ist entscheidend deren Qualität, einmal der organischen an sich, worüber unten noch einmal einiges erwähnt sein soll, dann besonders das Verhältnis der Assimilate zu den Aschenbestandteilen. Wir beobachten z.B., dass immer, wenn bei *Circaea* aufrechte, wachstumsfähige Laubtriebe entstehen, dabei reiche Aufnahme v. Aschenbestandteilen stattfindet, sowohl bei der Samenkeimung wie beim Austreiben im Frühjahr. Ebenso lernten wir bei unsern Versuchen über Stecklingspflanzen einen Fall kennen, wo gerade besonders reich bewurzelte Pflanzen abweichend auch Seitenaxen als aufrechte Laubtriebe ausbildeten und ebenso ist uns wiederholt die von andern Pflanzen schon bekannte Erscheinung aufgefallen, dass relativ reiche mineralische Ernährung die Blütenbildung verzögert, was sich hier z.B. darin äusserte, dass reich bewurzelte Stecklinge relativ lange beblätterte Triebe machten und dann erst zur Blüte schritten. Wir glauben aber nicht, dass bei DOSTALs Versuchen mit entblätterten Stecklingen die sehr reichliche mineralische Ernährung von Einfluss war, schon weil, wie gesagt, Wurzeln meist fehlten. Die Triebe unterschieden sich von denen an beblätterten Stecklingen nicht nur durch ihre Form, sondern auch durch ihre Grösse, denn sie waren ausserordentlich klein. Es liegt nahe anzunehmen, dass der Mangel an Nährstoffen überhaupt von vornherein die anspruchsvollere Ausläuferform nicht aufkommen liess. Es erscheint sehr wahrscheinlich, dass d. reichere Aschengehalt das Aufkommen von Laubtrieben nicht bloss passiv ermöglichte, sondern aktiv daran beteiligt ist, etwa durch Umstimmung der entscheidenden Verhältnisse in den Vegetationspunkten, was ja durch die kolloidchemisch festgestellte umfassende und tiefgreifende Beeinflussung kolloidaler Systeme allein schon wohl begreiflich ist. Doch ergaben die Versuche mit *Circaea*, dass die blosse Darbietung der Aschenbestandteile nicht immer ausschlaggebend sein kann, es kommt eben die Disposition der Pflanze hinzu sie aufzunehmen und zu verwenden. Demgemäss und im Zusammenhalt mit dem über Induktion gesagten sind Fälle, in denen in mineralreichem bzw. armen Boden keine wesentlichen qualitativen Differenzen auftreten, wie wir sie oft beobachteten, kein Gegengrund für die Annahme von der Bedeutung jenes Stoff-Verhältnisses.

DOSTAL nimmt an, die Verschiedenheit der Achselsprosse an beblätterten Stecklingen verschiedener Regionen beruhe auf wesentlicher Verschiedenheit der jeweils erzeugten Baustoffe bzw. der Qualität der Blätter. Wir können ihm da nicht ganz folgen. Die "ausläuferbildenden" Baustoffe stammen doch aus viel höher gestimmten Regionen (an der normalen Pflanze!) und werden nach unten nur zugeleitet. Wenn man aber die Baustoff-Verschiedenheit in der Art des jeweils gebildeten Plasmas sieht, so nähert man sich stark der obigen Annahme einer Induktion, denn diese letztere muss natürlich in dieser oder ähnlicher Weise begründet sein. Ferner ist ein Seitenzweig in der mittleren und höheren Region nicht von Anfang an tatsächlich "höher gestimmt" (die Erkennung dieser Stimmung beruht bei DOSTAL auf der Qualität der Achselsprosse!), die höhere Stimmung äussert sich nicht, wie b. alleiniger Bedeutung der jeweils verfügbaren Baustoffe zu erwarten wäre, sofort real an den Seitenzweigen, diese beginnen vielmehr mit ± zahlreichen Knoten, deren normal ruhende Achselknospen stark zu Ausläufern neigen, also niedriger gestimmt sind. Nach unserer Annahme würde die von Anfang an vorhandene Natur der Knospen im Zusammenhang mit der Art der Ernährung sie befähigen, rasch die niederen Stufen zu durchlaufen und nach oben an der Pflanze hin zunehmend früher zur Blütenbildung zu gelangen. Vielleicht spricht auch die "niedere" Stimmung der Serial-

und tropfenweise mit KOH versetzt, liefern wieder jene rote Lösung. Auffallend ist, dass z.B. mit 1 ccm 1/1 normal KOH die Rotfärbung in 2 ccm Pressaft sehr rasch und intensiv eintritt, mit 1/1 normal Ammoniak aber ausbleibt. Beim Erwärmen fällt das Kolloid sofort aus. Jod färbt ziemlich stark rosenrot (Jod-Alkohol wie Jod-Jodkali). Die Versuche, aus diesem interessanten Gerbstoff mittels Oxydation oder Reduktion zu bemerkenswerten Derivaten zu gelangen, insbesondere einen genetischen Zusammenhang mit den Anthocyan zu finden, schlugen bisher nach allerdings nicht sehr zahlreichen Experimenten fehl.

Erwähnt mag noch sein, dass bei den *Circaea*-Arten die Anatomie von Sprossaxen und Knöllchen im wesentlichen übereinstimmt, dass Ausläufer und Knöllchen keine Andeutung von Dorsiventralität erkennen lassen, dass oft in ganz auffallender Weise die Endodermis durch ihren Stärkemangel mitten in dem sonst (mit Ausnahme der Gefässe) ganz von dichten Stärkemassen erfüllten Querschnitt auffällt, besonders nach Jodfärbung.

ADOXA MOSCHATELLINA.

Das Moschuskraut, heute als einzige Art einer Familie in die Nähe der Caprifoliaceen gestellt, ist eine zirkumpolar verbreitete Pflanze, die insbesondere wegen ihrer merkwürdigen und variablen Blütenverhältnisse viel untersucht wurde (verg. EICHLER, EICHINGER). Darauf soll hier aber nur gelegentlich eingegangen werden, vielmehr die Eigenschaften des Rhizoms, die Periodizität und etwaige Beeinflussbarkeit der Gestaltung den Gegenstand der Untersuchung bilden.

Adoxa ist eine typisch geophile und zwar monopodiale Pflanze. Nur das Hypokotyl wendet sich als einzige Hauptaxe nach oben. Das Epikotyl, das zwischen den relativ grossen, oft ± synkotylen Keimblättern entspringt, wendet sich am Licht alsbald nach abwärts, dringt unter einem Winkel von etwa 45° in den Boden ein, den nunmehr die Stammknospe nie mehr aktiv verlässt. Nach LAGERBERG erstreckt sich die Assimilationstätigkeit des Kotyledonen bis in den Herbst hinein (zu Upsala), während hier die älteren Pflanzen im Juli zu assimilieren aufhören. Ich erhielt Keimpflanzen, die aus dem Winterfrost ausgesetzten, zu 1/3 gekeimten Samen hervorgegangen waren, Mitte April 1922, konnte mich aber von deren besonderer Langlebigkeit nicht überzeugen. Sie waren etwa 1 Monat später als unter gleichen Bedingungen kultivierte ältere Pflanzen assimilationsbereit und starben ca 6 Wochen nach diesen ab. Möglicher weise hat LAGERBERG kultivierte Keimpflanzen, denn in der Natur fand er solche nicht, mit älteren Pflanzen am natürlichen Standort verglichen, was nach unsern Erfahrungen zu Irrtümern führen muss. Im Keimungsjahr bildeta sich in der Regel nur das erste Primordialblatt, das nahe dem Epikotylanfang sass, als Laubblatt aus, blieb aber meist klein, erreichte selten eine Laminargrösse von 1 qcm, war aber oft samt Stiel nur 5 - 8 mm lang; seine Spreite war fast ungegliedert oder nur schwach dreigeteilt, der Stiel stets deutlich. Die folgenden blieben, auch wenn belichtet, zungenförmige Schuppen. LAGERBERG sah zuweilen etwa das dritte Blatt, obwohl unterirdisch dicht hinter dem Knöllchen entspringend, als aus dem Boden tretendes Laubblatt ausgebildet, was mir nie vorkam, wohl aber ähnliches an Ausläufern älterer Pflanzen. Die Gestaltungsfolge der Blattformen ist für uns wichtig wegen des Vergleichs mit analogen Erscheinungen im späteren Entwicklungsgang der Pflanze, wo unter erheblich andern Verhältnissen ähnliches beobachtet wird (siehe unten). Ferner erkennen wir schon an der Keimpflanze, dass nicht das Licht die Ausbildungsform der Blattanlagen in erster Linie bestimmt. Die unterirdische Keimaxe schwillt Ende Mai in 2 - 3 cm Tiefe zum ersten Knöllchen an, bei kräftigen Pflanzen folgen ihm bis in den Juli hinein einige sekundäre, an Axen zweiter Ordnung entstandene Knöllchen. Diese Seitenaxen entspringen aus den Niederblättern des Ausläufers, seltener des primären Knöllchens selbst. Von nun ab ist der Entwickelungsgang ein periodisch gleichheitlicher.

Die Hauptaxe bleibt, wie gesagt, stets unterirdisch. Von einem wellenförmigen Auf- und Absteigen konnte ich nichts bemerken oder wenigstens nicht ausgesprochen. Tatsache ist nur, dass der im Frühjahr austreibende Ausläufer zuweilen, besonders bei seicht liegenden Pflanzen, zunächst etwas schräg abwärts verläuft.

ein regelmässiges Ansteigen des Endes vor der Knöllchenbildung findet nicht statt. Freilich trifft man sehr oft im Frühjahr die austreibenden Knöllchen sehr wenig tief unter der Oberfläche. Allein das ist nicht die Folge eines Schräg-aufwärtswachsens, man trifft die Knöllchen nämlich im Herbst meist wesentlich tiefer (bis etwa 6 cm normal). Höher gelagert werden sie nun sehr häufig rein passiv durch das sogenannte "Ausfrieren", was an vielen von *Adoxa* bewohnten Standorten (wenig bewachsener Boden unter Gebusch, Lockerboden u.s.w.) besonders stark stattfindet (analog in den Gartenbeeten der Gärten!) und gerade deshalb dürfte die unten genannte Umstimmung der Ausläufer durch Licht der Pflanze besonders dienlich sein. Die schräge Lage vieler im Frühjahr treibender Rhizomknöllchen scheint auch durch Knöllchenform und Lage des Wurzelansatzes bedingte Ausfriererscheinung zu sein, wenigstens fand ich das in vielen Fällen bestätigt.

Im Mai bilden sich die ersten Knöllchen, gegen Anfang August von Nachzüglern abgesehen die letzten, aber merkwürdigerweise beginnt bei allen ziemlich gleichzeitig, wenigstens nie mit so grossem Zeitintervall, die weitere Entwickelung. Da wir für diese keine Aussenfaktoren direkt verantwortlich machen können, so müssen wir für deren Beginn eine innere, stoffliche Umwandlung annehmen, die nicht vom Alter des einzelnen Knöllchens, sondern von dem des ganzen Systems abhängt, indem eben die später entstandenen Knöllchen schon mit "reiferen" Baustoffen beschickt werden. Zuerst entwickelt sich eine Wurzel, die zunächst lange unverzweigt senkrecht abwärts geht, dann in ihrem obersten Ende eine Anzahl starker, zunächst flach streichender Seitenwurzeln bildet, sodass schon Ende Oktober meist ein reich entwickeltes Wurzelsystem vorhanden ist, das auffällt durch die langen, unverzweigten apikalen Strecken, bedeckt mit langen Wurzelhaaren, Solche bedecken als bis 5 mm hoher, zarter aber dichter Flaum die Wurzeln aller Feuchtluftkulturen. Mykorhizen wurden nicht gefunden. Mehr als eine Wurzel bzw. Wurzelsystem bildet ein Knöllchen äusserst selten, der Ansatz liegt stets an der Unterseite. An unverdickten Ausläufern konnte ich trotz vielen Versuchen keine Wurzelbildung erzwingen. *Adoxa* stellt also gewissermassen eine allorhiz gewordene Homorhiza dar, denn das Knöllchen als Individuum betrachtet, was ja tatsächlich vom Herbst an zutrifft, ist trotz dem Mangel einer"Haupzwurzel" allorhiz, seine Wurzel als Adventivwurzel zu bezeichnen wird trotz dem stammbürtigen Ursprung niemand vertreten wollen.

Es erhebt sich die Frage, wodurch der Ort des Wurzelansatzes bedingt wird. Dazu muss vorausgeschickt werden, dass das Rhizom streng bilateral-symmetrisch gebaut ist ohne Andeutung von Dorsiventralität. Der Zentralzylinder hat wie eine diarche Wurzel 2 Gefässbündel, die ohne typisches Mark aneinanderstossen, das Xylem im Zentrum, das Phloem bei gewöhnlicher Lage oben und unten von der ± einheitlichen Xylemmasse. Die beiden Blattreihen liegen lateral, normal in der Horizontalebene. Diese normale Lage des Knöllchens kann bis um 90° ohne anatomische Änderung gedreht sein, Verhältnisse, auf die noch zurückzukommen sein wird. Die Wurzel entspringt nun genau auf der Unterseite, normal also mit den Blattreihen gekreuzt, kann aber bei anomaler Knöllchenlage fast bis zur Blattmediane verschoben sein. Zweifellos bestimmt die Schwerkraft den Ort der Anlage. Dreht man ein Knöllchen nach Anlage der Wurzel um, so bildet sich eine neue an der jetzigen Unterseite nur dann, wenn die Anlage noch sehr jung, äusserlich nicht oder kaum sichtbar war. Sonst wächst die bereits angelegte Wurzel im Bogen nach unten. Entfernt man operativ eine junge Wurzelanlage, so ist die Pflanze nicht oder doch nur schwer in der Lage, eine neue zu bilden, beides Beweise, wiesehr die Einzahl der Wurzel festgehalten wird. Die Nebenwurzeln erster Ordnung, die grösstenteils dicht an der Hauptwurzel-Basis entspringen, sind anscheinend fast xyrotrop, stehen zunächst unter einem annähernd rechten Eigenwinkel ab und ragen z.B. in Feuchtluft-Dunkelkulturen bei horizontal liegender Hauptwurzel auch senkrecht nach oben. Solche Kulturen zeigen auch schon den Einfluss der Schwerkraft auf den Ort der Anlage. Hier wurden nämlich im Herbst an gewissen Kulturen kurze, schief nach abwärts strebende, knöllchenartige Ausläufer beobachtet. An ihnen war auch bei inverser Lage des Mutterknöllchens (Wurzelansatz nach oben) die Wurzel an der absoluten Unterseite entsprungen, also inbezug auf die ganze Pflanze gewissermassen

auf der entgegengesetzten Seite, da Torsionen nicht stattfanden.

Wie schon STAHL angegeben, stimmt mit der Nicht-Dorsiventralität des Rhizoms die Tatsache überein, dass irgendwie orientierte Ausläufer bei Belichtung sich stets in der jeweiligen Vertikalen krümmen, ohne Rücksicht auf innere Symmetrie, also rein tropistisch. Ich konnte in solchen Fällen selbst die dritte Knöllchengeneration noch in der so entstandenen anomalen Lage finden, es scheint aber doch langsam eine Orientierung zur "fixen" Lage durch schwache Torsionen stattzufinden. In der Natur findet man demgemäss normal liegende Knöllchen recht selten.

Um die Zeit der Anlage der Wurzel, also etwa im Spätsommer, tritt in den Knöllchen offenbar eine tiefgreifende Umstimmung ein. 1) Entfernt man späterhin die Wurzelanlage, so ist die Pflanze, wie erwähnt, nur schwer mehr in der Lage, sie zu ersetzen. Ob das auf eine anderweitige Umsetzung "wurzelbildender Stoffe" hinweist, ist möglich, aber nicht zu beweisen. 2) Wurden vorher Knöllchen belichtet, so wachsen sie als Ausläufer aus, später ist das nicht mehr der Fall. 3) Im Zusammenhang damit steht offenbar die nun einsetzende erhöhte Tätigkeit in der Anlage von Blättern, dann auch Infloreszenzen für das nächste Jahr. Mit andern Worten: die bisherige Ruhezeit ist abgelaufen, der Vegetationspunkt lässt sich auch durch Licht nicht mehr zum Ausläuferwachstum anregen. Bezüglich der Blattbildung sei auf GOEBEL (Bot. Ztg. 1880) hingewiesen, hier nur erwähnt, dass Blütenstände sowohl in den Achseln von Laubblättern als auch Niederblättern entspringen können u. gleiches gilt für Ausläufer von Knöllchen selbst, womit bewiesen ist, dass zwischen Ausbildungsform des Blattes und Achselprodukt kein inniger Zusammenhang besteht, was selbst bei so reservestoffreichen Gebilden auffällt. Wie die individuellen Schwankungen bei *Adoxa* recht grosse sind, was schon STAHL wiederholt hervorhebt, so auch die Ausbildungsform der Seitensprosse je nach der Lage am Knöllchen.

Die Pflanze überwintert mit bereits ziemlich gestreckten Laubblättern, deren Lamina scharf nach innen und unten eingekrümmt ist, und mit weit entwickelten Blütenständen, deren Blüten der Anlage nach meist ziemlich fertig sind. In Frühjahr entfalten sich diese Organe, der Ausläufer tritt hervor und aus ihm geht ein zuweilen sehr reichlich verzweigtes System hervor (bis Axen dritter Ordnung), dessen Axen schlieslich in Knöllchen enden. Da oft aus Seitentrieben des Knöllchens ähnliche Systeme entstehen, so ist die vegetative Vermehrung sehr ausgiebig. Die Assimilationskraft der relativ kleinen Blattfläche muss eine sehr hohe sein, zumal ihre Tätigkeit sich gewöhnlich auf 2 1/2 - 3 Monate beschränkt, an auch im zeitigen Frühjahr nicht voll besonnten Standorten stattfindet und doch relativ sehr grosse Stärkemengen entstehen. Wahrscheinlich begünstigt der hohe CO_2-Gehalt der bodennahen Luft, worauf ja LUNDEGARDH neuerdings wieder hingewiesen, und die ausgezeichnete phototropische Reizbarkeit der Blätter, für die GUTTENBERG typische Epidermis-Lichtsinnesorgane angibt, dieses. An trockeneren, sonnigen Standorten verschwindet *Adoxa* schon Ende Mai von der Oberfläche, an schattigen, feuchten trifft man sie noch Ende Juli, und zwar ergab Vergleich verschiedener Standorte und Kulturen, dass insbesondere reiche Bewässerung und Luftfeuchtigkeit die Lebensdauer der Blätter erhöht; das frühzeitige Absterben ist ein Vertrocknen, vielleicht nach Lichtbeschädigung. Die Knöllchenbildung hängt mit dem Vorhandensein der funtionierenden Laubblätter nicht direkt zusammen, noch nach deren Verschwinden kann durch Mobilisierung und retropetalen Stofftransport unter Entleerung der hinteren Ausläuferteile Spitzenwachstum stattfinden. Nach meiner Erfahrung aber veranlasst grosse Bodentrockenheit raschere Knöllchenbildung, wohl bedingt durch Mangel an Wasser und mineralische Nährstoffe. Übrigens sind Ausläufer und Knöllchen gegen Transpirationsverlust recht wenig geschützt.

Stellen wir zunächst die Frage, unter welchen Umständen tritt Ausläuferbildung ein? Durch STAHL ist bekannt, dass die äusserlich zur Ruhe gekommene Terminalknospe von Knöllchen durch Belichtung zum Weiterwachsen und zwar als Ausläufer veranlasst werden kann. Wenn er aber weiter sagt, während des Sommers und Herbstes sei das der Fall, so dürfte das nicht voll zutreffen. So war z.B. Mitte Juni 1921 ein Teil der Knöllchen aus dem Freien selbst im Warmhaus durch Licht nicht mehr zum Austreiben zu bringen, auch das Ergrünen erfolgte nur langsam. Im Frühjahr aber wächst die Terminalknospe auch ohne Belichtung zum Ausläufer aus, der erst nach

der erst nach etwa 1 Monat und Bildung langgestreckter Internodien ein Knöllchen erzeugt. Das Ausläuferstadium ist im allgemeinen umso beschränkter, je später d. betreffende Ausläufer am System entsteht und schliesslich entstehen selbst fast "sitzende" Knöllchen als Seitenaxen. Belichtet man nun ein frisch gebildetes Knöllchen schwach, etwa nach Dämpfung des vollen Lichtes durch 2 - 3 Lagen dünnen Seidenpapiers, so treiben sie aus; schwächeres Licht bleibt auch nach längerer Zeit meist unwirksam. Nimmt man ältere Knöllchen, so ist höhere Lichtintensität nötig. Gleichzeitig nimmt die Treibmöglichkeit ohne Rücksicht auf das Alter des einzelnen Knöllchens im ganzen ab und etwa im August lassen sich nur mehr einzelne treiben, im September noch weniger und im Oktober nur mehr vereinzelte. Wird das Austreiben im Frühjahr nun durch die Belichtung der Blätter bedingt? Das ist nicht der Fall. Schon im Freien beobachtet man, dass das Ausläufer-Wachstum einsetzen kann bevor noch die Blätter die Erdoberfläche erreichen, gleichzeitig ein Beweis, dass die Reservestoffe des Knöllchens wohl imstande sind, auch ohne neue Assimilate direkt in das neue unterirdische System überzugehen. Es wurden im Frühjahr Pflanzen im Dunkeln gezogen. Sie bildeten etiolierte Blätter und Blütenstände, wovon die Rede noch sein wird, und lange dünne Ausläufer, und zwar sowohl bei Kultur auf peinlich gewaschenem Sand wie auf Erde. Diese wuchsen zunächst sehr rasch, nach 3 - 4 Wochen stellten sie offenbar aus Nahrungsmangel ihr Wachstum ein, bildeten aber nur z.T. kleine Knöllchen. Daraus geht hervor: a) dass hier ein sehr lange anhaltendes Ausläuferwachstum ohne irgendwelche Lichtwirkung eingetreten war; b) dass die Knöllchenbildung auch bei recht schwachem Nährstoff-Zustrom einsetzen kann, denn dass davon noch Bildung von 2 - 3 bis 20 cm langen Blättern, einem ebenso langen Blütenstand, mehreren bis 40 cm langen Ausläufern kein Überfluss vorhanden sein konnte, ist klar, ihre Bildung überhaupt nur durch fortgesetzte transitorische Stoffwanderung nach vorn möglich, wie denn schliesslich tatsächlich die hinteren, noch ganz gesunden Ausläuferteile fast stärkefrei werden. Wir müssen weiterhin eine allmählige, aus innern Gründen eintretende Umstimmung des Vegetationspunktes annehmen, da wir keine Aussenfaktoren direkt verantwortlich machen können, zumal unter ganz verschiedenen Kulturbedingungen in Prinzip gleichartiges eintrat. Zunächst ist freilich die Annahme einer Umstimmung nur eine Umschreibung, doch dürfte dem wohl eine Enzymwirkung zugrunde liegen, eine Annahme, die nach neueren Erfahrungen besonders von HABERLANDT und MAGNUS weniger hypothetisch erscheint. Nach der Winterruhe wäre, vielleicht infolge der aitiogenen Wachstumshemmung, dieser Faktor, wie wir vorsichtigerweise statt Enzym lieber sagen wollen, entweder qualitativ oder quantitativ aktiviert, seine Wirksamkeit klingt später ab, lässt sich aber eine Zeitlang durch Licht wieder hervorrufen. Aber das ist ein vom Licht hervorgerufener, von seiner Gegenwart stets abhängiger Zwangszustand, wenn auch immerhin eine gewisse Nachwirkung besteht. Bei spät getriebenen ist diese ganz kurz, die belichteten Ausläufer geben, sobald ein nur wenige mm langes Terminalstück verdunkelt wird, gewöhnlich nach wenigen Tagen Knöllchen. Früher im Jahr dauert die Nachwirkung der Belichtung besonders bei kräftigen Exemplaren tage-, zuweilen selbst wochenlang an, doch stört auch hier eine zahlenmässige Feststellung die ausserordentliche Verschiedenheit scheinbar sehr gleichartiger Individuen. Belichtete Ausläufer wuchsen bis in den Juli hinein fort, schliesslich recht langsam, blieben dann ohne Knöllchenbildung stehen (in seltenen Fällen kamen kleine, wenig typische Knöllchen zustande); aber schon starke Beschattung, etwa in lockeren Moospolstern, liessen Knöllchen rasch entstehen. In Wasser und verdünnten Nährlösungen hell und dunkel verhielten sich die Ausläufer nicht wesentlich anders als in feuchter Luft, litten aber allmählig stark Not, was noch mehr bei Kulturversuchen in trockener Luft der Fall war. Bei letzteren schien die Neigung zur Knöllchenbildung erhöht.

Es erhebt sich nun die Frage, wie verhalten sich die Pflanzen, wenn man sie der winterlichen, erzwungenen Ruhe nicht aussetzt? Es wurden daher im Frühherbst Pflanzen aus dem Boden genommen und dauernd im temperierten Haus (15°) kultiviert, teils derart, dass die Knöllchen selbst am Licht, teils eingegraben lagen. In beiden Fällen waren normale Laubblätter bereits Anfang Dezember vorhanden und Mitte Dezember blühten die Pflanzen bereits. Aber während normal fast gleichzeitig

mit den Blättern die Ausläuferbildung einsetzt, war das hier nicht der Fall. Erst im März bildete sich bei den eingegrabenen Knöllchen ein kurzer Ausläufer, der aber nach 1 - 2 cm bereits ein Knöllchen bildete, und zwar von riesigen Dimensionen: etwa 15 mm lang, 10 - 12 mm hoch und 8 mm dick. Eine Verzweigung war nicht eingetreten. Die Dickenzunahme war begründet in Zunahme der Rindenzellen von etwa 7 - 8 auf 12 - 13 Schichten, doch auch durch erhebliche Grössenzunahme der einzelnen Zellen. Alle waren sie mit auffällig unregelmässigen Stärkekörnern dicht erfüllt. Wir können annehmen, die Ausläuferdisposition sei zur Zeit des Antreibens noch nicht vorhanden gewesen, die Nährstoffe gestatteten eine sehr gesteigerte Blattentwickelung (Blätter waren kurz gestielt, aber der Fläche nach etwa doppelt normal und auffallend derb), später stellte sich schwache Ausläufertendenz am terminalen Vegetationspunkt ein, deshalb begann sehr rasch Knöllchenbildung und nun flossen die reichlichen Assimilate nach dorten ab, das Riesenknöllchen erzeugend. An diesem waren der Zahl nach normal einige Niderblätter, dann Laubblätter aufgetreten und im August entfalteten sich diese bereits, desgleichen Blütenstände in ihren Achseln. Ausläufer zeigten sich erst 4 Wochen später und auch sie blieben kurz. Die Bewurzelung der Knöllchen war ausserordentlich stark, die Blätter der alten Pflanze waren von Dezember bis Juli am Leben und starben erst dann ganz allmählig ab, sodass sie zum Teil noch in September grün geblieben waren. Direkte Besonnung war stets vermieden worden, für gute Bewässerung gesorgt.

Die Pflanzen mit belichteten Knöllchen hatten selbst im September 1922 terminal noch keine Ausläufer gemacht. Fort und fort entstanden am dicht geschlossenen Vegetationspunkt Laubblätter, die sich langsam entfalteten und abgesehen von ihrer relativ ziemlich vergrösserten Basis und ihrer etwas kleineren Lamina ganz den normalen Laubblättern glichen, insbesondere inbezug auf Spreitengliederung. Ausserdem waren sie auffallend derb. So kamen allmählig an einer Pflanze bis 16 Laubblätter hervor. Die in ihren Achseln vorhandenen Blütenstände entwickelten sich nur zum Teil, viele verkümmerten früher oder später. Dieser Teil der Pflanzen, also der terminale, machte im ganzen den Eindruck einer sozusagen widerwilligen, erzwungenen Entwickelung, die nicht stillstehen kann. Ganz anders die Blütenstände am hinteren und auch noch am mittleren Teil der Pflanze. Die ältesten noch im Freien angelegten, entwickelten sich normal, aber noch bevor die Anthese vorüber war, trafen in den Achseln der beiden Blätter am Blütenstandsteil kleine Knospen auf. Aus ihnen entwickelzen sich z.T. ganz normale sekundäre Blütenstände mit 2 grossen Laubblättern an der Axe und 5-zähliger Infloreszenz, z.T. aber auch typische Ausläufer, die sofort senkrecht abwärts gingen und im Boden alsbald den oben beschriebenen ganz ähnliche Riesenknöllchen bildeten. Diese verzweigten sich nicht weiter, oder wenn das der Fall war, so entstanden an ihnen dicht ansitzend etwas kleinere, stiellose Knöllchen. Sekundäre Blütenstände bzw. Ausläufer fanden sich auch ziemlich oft in den Achseln eines Blattorgans am ursprünglichen Blütenstand, ein Verhalten, das an oben gesagtes über Verteilung von Blütenständen und Ausläufern an Knöllchen erinnert. Damit war das Wachstum noch nicht beendet. In den Blattachseln sekundärer Blütenstände entwickelten sich Axen vierter Ordnung, wieder teils Ausläufer, teils Blütenstände. Zuweilen blieb das Blütenköpfchen an der Axe dritter Ordnung rudimentär, die beiden Tochteraxen wuchsen aus. Weiter entstanden in mehreren Fällen aus unverkennbaren Blütenstandstielen mit 2 grossen, oft vereinfachten Blättern aus Terminalknospe und beiden Achselknospen Ausläufer. Besonders bei Axen höherer Ordnung kamen vielerlei Unregelmässigkeiten vor, z.B. Auseinanderrücken das Blattpaars, grosse grüne aber fast ungeteilte oder nur einfache3-teilige Blätter etc.(Vergl. Fig. 11 - 16). Solche Charaktere zeigten schon gewissermassen Hinneigung zum Ausläuferstadium an. Aber es treten noch typischere Mittelformen auf. Z.B. äusserlich ganz einem oberirdischen Ausläufer gleichende Sprosse, deren Gipfel eine einzige Blüte trug, die sich noh vor der Anthese nach abwärts wandte, im Dunkeln aber wieder aufrichtete; oder ausläuferartige, auffällig gewundene Sprosse als Mittelast eines 3-teiligen Systems von oberirdisch entstandenen Ausläufern mit 3 ziemlich weit voneinander stehenden Blüten (Fig. 11). Die hinterste derselben war in der Krone 5-zählig, ein Staubblattpaar petaloid, das Gynoeceum rudimentär, die nächste hatte nur einen rudimentären Kelch, 3 Blütenblätter, ein

ganz rudimentäres Gynoeceum, die vorderste eine ziemlich normale 4-zählige "End"-blüte. Tragblätter waren nicht vorhanden. An andern Knöllchen, besonders solchen, die aus oberirdisch entspringenden Ausläufern entstanden waren, fiel auf, dass die sehr frühzeitig angelegten Blütenstandsaxen im Boden mehrere cm lang ganz horizontal verliefen. Schliesslich sei erwähnt, dass besonders reichlich mineralisch ernährte Pflanzen abgesehen von schwächerer Blütenbildung nicht wesentlich abwichen.

Die einzelnen der vielen Sonderfälle anzuführen hätte kein Interesse, da der Grund für das jeweilige Verhalten doch nicht anzugeben wäre.

Fig 11

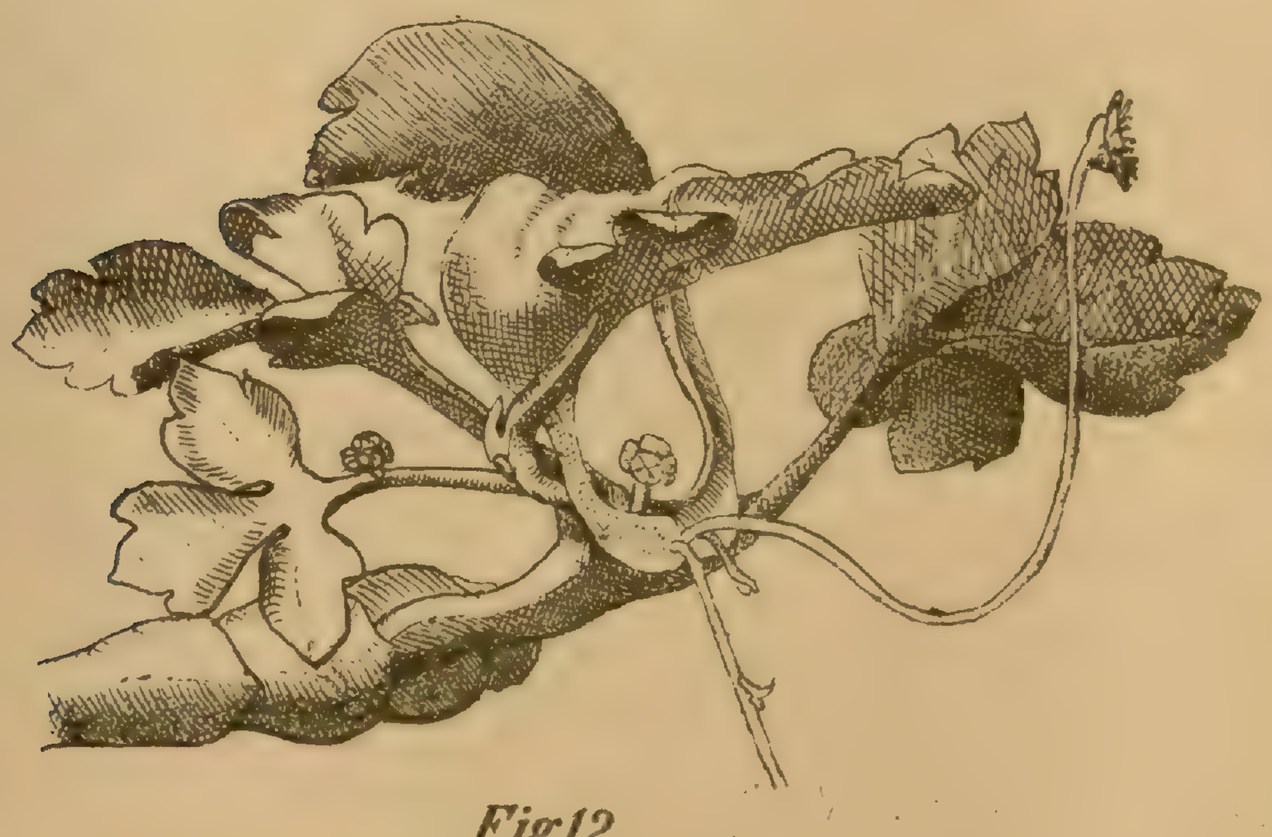


Fig 12

Fig 13

Fig. 11 - 13. *Adoxa moschatellina*. Oberirdische Sprossysteme. Bei 13 sind die beiden Knöllchen im Oktober oberirdisch entstanden.

Zusammenfassend sei festgestellt:

1. Die bisher allein bekannte, im vegetativen Aufbau so ausserordentlich konstante Form aus einem Knöllchen, daran 2 - 3 Laubblätter, 0 - 2 aufrechten Blütenständen und einem terminalen Ausläufer ist nicht die einzig mögliche.

2. a. Es wurde durch Kultur auf möglichst trockenem, sterilem Sand im Dunkeln

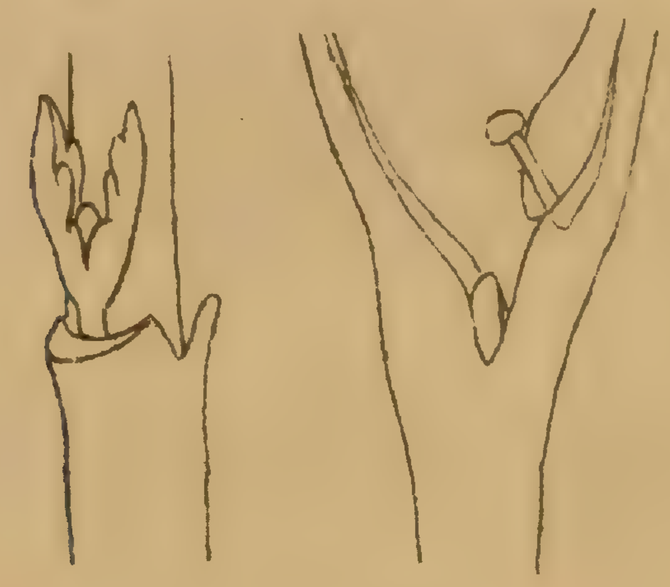


Fig 14

Fig 15

Fig 16

Fig. 14 - 16. *Adoxa moschatellina*. Oberirdische Sprossysteme. 15 und 16 Schemata.

die Ausbildung von 5 - 6 sonst normal zu Laubblättern gewordener Anlagen zu Niederblättern mit ganz unentwickelter Spreite erzielt (Fig. 17).

2. b. Belichtete Knöllchen, deren Ausläufer nicht auswuchsen, bildeten statt der sonst höchstens 3 - 4 nun bis 16 Laubblätter und zwar fortlaufend bis in den Spätsommer hinein.

2. c. Die normal am Ausläufergrund befindlichen, zwar stark differenzierten, aber unentfaltet und klein bleibenden 1 - 2 Blätter lassen sich zur Entfaltung bringen.

2. d. Am Ausläufer können lang gestielte typische Laubblätter auftreten.

3. a. Die Ausbildung der oberirdischen Sprosse kann weit über das bisher bekannte Mass hinausgehen, bei dem nur 2 Blätter ein Stück unterhalb des 5-teiligen Blütenköpfchens stehen. Es können bis zu Axen vierter Ordnung erzwungen werden. (Die von EICHLER erwähnte Bereicherung der Verzweigung durch Bildung 7-blütiger Köpfchen lässt sich damit nicht vergleichen.)

3. b. Ausläufer und Blütenstände können an völlig gleichartigen Stellen im System auftreten (z.B. in den Achseln eines Blattpaars), erstere auch oberirdisch.

3. c. Zwischen Ausläufern und Blütenständen mit ihrer im Extrem so ausserordentlich verschiedenen Ausbildung gibt es mancherlei Übergangsformen (vor allem auch bezüglich Auseinandertretens opponierter Blätter und Blüten), wobei die beiderseitigen Charaktere oft bunt durcheinander gemischt sind.

4. (Nachträglich beobachtet) Im Spätherbst können an oberirdisch entspringenden Ausläufern von Pflanzen, welche schon seit vielen Monaten assimilierten, Knöllchen auch oberirdisch entstehen.

Fig. 17. Getriebenes Knöllchen mit reduzierten Laubblättern.

Was ist nun die Ursache des oben beschriebenen eigentümlichen Verhaltens von Pflanzen, denen die Winterruhe entzogen wurde? Das Primäre dürfte die Verhinderung der Ausläuferbildung zu normaler Zeit am normalen Ort sein. Worauf sie mutmasslich beruht, wurde schon gesagt, dass sie im Licht besonders auftritt, mag seinen Grund z.T. in der dadurch bewirkten, deutlichen Anregung der Laubblattbildung haben, die vielleicht korrelativ das Auswachsen der Ausläufer hemmt. Übrigens hüllen diese Laubblätter den Vegetationspunkt derart ein, dass er fast in vollem Dunkel bleibt. Jedenfalls findet die bei der ausnehmend reichlichen, langlebigen Beblätterung erzeugte Assimilatmenge nicht ihren normalen Abfluss, es werden daher sonst ruhende Vegetationspunkte zur Entwickelung angeregt und da die Stoffe die sonst für die Ausläufer geeigneten, die sonstigen Verhältnisse aber wesentlich andersartig sind, so ist das Auftreten von allerlei gestaltlichen Schwankungen wohl verständlich, wenn auch im einzelnen nicht direkt kausal zu erklären. Nebenbei sei bemerkt, dass die Entfernung aller Ausläufer an austreibenden Knöllchen, aber sonst normalen Verhältnissen kein so gutes Ergebnis lieferte. Gerne würde man die Sistierung der terminalen Ausläufer nach den Erfahrungen von KLEBS u.s.w. an andern Pflanzen dem Mangel an Frosteinwirkung zuschreiben und das scheint tatsächlich eine Mit-Ursache zu sein. Aber Pflanzen, die ungestört bei dauernd gleichmässiger Temperatur gehalten wurden, erzeugten immerhin ein Ausläufersystem, wenn es auch relativ kurz blieb und die Knöllchen auch hier auffallende Grösse besassen.

Lässt sich der zur Ruhe gekommene Vegetationspunkt auch anderweitig als durch Licht antreiben? Zunächst gelingt das für laterale Vegetationspunkte leicht, wenn man nicht zu spät nach Eintritt der Ruhe den terminalen Vegetationspunkt abschneidet; dann wachsen einzelne seitliche zu kurzen Ausläufern mit Knöllchen aus, sind also noch weniger weit fortgeschritten. Später, wenn der Haupt-Vegetationspunkt auch seine Licht-Reizbarkeit verloren, erlischt auch das Treibevermögen der Seitenknospen allmählig, ist aber selbst im September nicht ganz verschwunden. Die anregende Wirkung von Wundreiz war nicht bedeutend. Es wurde nun versucht, die Lichtwirkung durch Injektion von Wasser bzw. verdünnten Lösungen zu ersetzen. Da-

zu wurden mit PRAVAZ-Spritze 28 verschiedene Substanzen eingespritzt (Säuren, Alkalien, Salze, Anästhetica, Alkaloide, artfremde Eiweisse, Enzyme, anorganische und organische Gifte). Niemals konnte die Terminalknospe selbst erweckt werden, wenn sie auch nach längerer Zeit lockerer wurde und langsam in der Produktion von Blattanlagen fortfuhr, was aber als Folge der Feuchtluft-Dunkelkultur anzusehen war, auch im August und September nicht besonders auffällig ist. Der Versuch selbst wurde anfang Juli angestellt. Leider waren in Jahre 1922 zahlreiche Knöllchen unerwartet zeitig zur Vollruhe übergegangen, auch durch Licht nicht mehr alle zu erwecken, weshalb der Versuch erst noch wiederholt werden muss, um völlig einwandfrei zu sein. Im Dunkeln reagierten nur 4 von den 31 Gruppen (28 injizierte, 3 verschiedene Kontrollen): bei Verwendung von 1 promille Coffein sowie 2% Diastase trieben etwa die Hälfte der Knöllchen (6 bzw. 5 von 12) lateral mit kurzen, schief aufrechten, mit Knöllchen endenden Ausläufern aus, mit Chloralhydrat (1 promille) und Emulsin (1%) behandelte ähnlich zu 1/3 (je 4 von 12). Ausserdem streckten sich die Laubblattanlagen bzw. deren Basen bei den mit Eosin (1:1000) behandelten, dauernd ziemlich stark rot gefärbten, auffallaned auf mehr als das Doppelte des Normalen. Injektion von Pressaft belichteter Knospen, die eben austrieben, war erfolglos. Man wird auf diese Resultate keinerlei Schlüsse fundieren wollen. Die sonstigen Treibversuche mit Kälte und Wärme, Rauch, Äther, Gas u.s.w. sollen nicht mehr angeführt werden, da sie keine genügenden Ergebnisse zeitigten. Die Versuche mit farbigem Licht, mit den üblichen gefärbten Glashäuschen, also nicht genügend vollkommen, angestellt, ergaben zeitig im Jahr eine wesentlich stärkere Wirkung des blauen Lichtes als des roten, doch machte sich die allgemeine Lichtschwächung sehr stark geltend und war sicher ausschlaggebend.

Die Annahme einer ausschlaggebenden Bedeutung rein innerer Verhältnisse, also etwa ausgedrückt als Plasmakonstitution, Enzymwirkung etc., die wir oben machten, erhält eine Stütze durch interessante Parallel-Erscheinungen bei der Samenkeimung, die W. KINZEL mitgeteilt hat. Die Samen von *Adoxa*, deren Schalenbau und physiologisches Verhalten übrigens sehr für die Verwandtschaft mit den Caprifoliaceen spricht, keimen nur nach starker Frostwirkung und entwickeln sich, abgesehen vom gelegentlichen Auftreten allererster Stadien, nur bei nachfolgender Belichtung. Die Belichtung kann wenigstens zum Teil durch wiederholte, lang andauernde Frostwirkung ersetzt werden. Es kehren da Tatsachen wieder, die wir in ähnlicher Weise wiederholt bei ganz andersartigen Lebensvorgängen von *Adoxa* antreffen, was offenbar auf eine im Artcharakter tief begründete innere Eigenart deutet.

Auf eine Eigenart sei noch hingewiesen. Untersucht man im Freien Pflanzen nach Austreiben des Ausläufers, so findet man fast regelmässig an dessen hinterster Basis, also an der Stelle der einstigen Knospe, 1 - 2 ganz umgestaltete, aber reich differenzierte Laubblattanlagen, die offenbar durch das Ausläuferwachstum korrelativ an der Entfaltung verhindert wurden. Am Licht entwickeln sie sich gewöhnlich ziemlich vollständig, zeigen dann eine etwas verkleinerte und vereinfachte Spreite und überbrücken somit ein wenig den sonstigen sehr grossen Gegensatz zwischen dem letzter Laubblatt und der ersten Schuppe am Ausläufer. Auch durch nicht allzu späte Entfernung des Ausläufers lassen sie sich ziemlich sicher zur Entfaltung anregen.

Zum mindesten teilweise unabhängig von der antreibenden Wirkung des Lichts ist eine andere, die ebenfalls schon vor 40 Jahren von GOEBEL und STAHL erkannt wurde, die Umstimmung des transversalen zum positiven Geotropismus. Jeder wachsende Ausläufer wird am Licht positiv geotrop. Die Angaben STAHLs fand ich voll zutreffend. Ob von der Seite oder von unten beleuchtet, wuchsen die Ausläufer nach unten, auf dem horizontal rotierenden Klinostaten einseitig beleuchtet erwiesen sie sich nicht als ausgesprochen heliotrop, führten auch sonst keine konstante Richtungsbewegung aus. Also liegt auch keine durch Licht direkt induzierte physiologische Dorsiventralität vor. Jedoch wurde beobachtet, dass sowohl bei starker einseitig-horizontaler Beleuchtung wie bei vorgenannten Klinostatenversuch bis zu 2/3 der austreibenden Ausläufer bei gleicher Möglichkeit sich nach der vom Licht abgewandten Seite zu bewegten, wohl ein Zeichen für schwachen negativen Heliotropismus, der aber normal gegen den induzierten positiven Geotropismus nicht wesent

lich aufkommen kann. Die durch SMALLs neue Geotropismus-Theorie angeregten Versuche, durch Ammoniak-, Salzsäure- und Essigsäure-Dämpfe die geotropische Licht- und Dunkelstimmung zu verändern, führten bisher zu keinen diesbezüglichen Resultaten, auch nicht, wenn die Dosierung gerart gelang, dass das Wachstum nur wenig geschädigt wurde. In Leuchtgas und Äther trat ebenfalls keine Umstimmung ein, bzw. die Ausläufer wurden stark geschädigt. Chemische Veränderungen nach Belichtung konnten nicht aufgefunden werden. Ein tieferes Eindringen in den Mechanismus der Umstimmung des Geotropismus durch Licht war daher nicht zu erzielen. In diesem Zusammenhang sei auch erwähnt, dass die Angabe von LAGERBERG, die Tiefenlage sei direkt von den Lichtverhältnissen bedingt, nicht bestätigt werden konnte. Wenn oberirdisch entstandene Ausläufer an zufällig frei gelegten Knöllchen im Freien dann oberirdisch bleiben, wenn der Pflanzenwuchs des Standorts sie stark beschattet, so hängt das eben damit zusammen, dass zur Umstimmung des Geotropismus eine ziemlich ansehnliche Lichtintensität gehört. In solchen Fällen können zuweilen auch Knöllchen oberirdisch entstehen, wiewohl diese in Kulturen bei nur einigermassen starkem Licht nicht entstanden, auch nicht z.B. in Kohlensäure-reicher Atmosphaere verschiedener Konzentration. Eine genaue Regelung der Tiefenlage tritt überhaupt nicht ein, an tief und flach gesetzten Knöllchen verliefen die Ausläufer ziemlich gleich, meist zunächst etwas absteigend, dann horizontal. Wenn ROYER *Adoxa* zu jener Gruppe von Pflanzen rechnet, die in 4 - 20 cm Tiefe ihre normale Ruhelage hätten, so dürfte eher richtig sein, sie in 0 - 10 cm zu suchen. Dass starke Ausläufer selten am Licht senkrecht abwärts wachsen, wie schwache, hat schon GOEBEL beobachtet und in meinen Versuchen zeigten z.B. Dunkelkulturen auf Sand von Anfang an horizontal gehaltene Ausläufer, auf Erde drangen sie meist unter etwa 20 - 30° nach unten vor, um nach einiger Zeit horizontal zu werden. Die wiederholt genannten schwachen, nachträglich entstandenen Ausläufer von dunkel gehaltenen Feuchtluftkulturen aber wuchsen sogar bis 50° nach oben. Wenn man daraus eine Theorie auch für die Einhaltung der Tiefenlage konstruieren wollte, so könnte man etwa vermuten, bei ganz flacher Lage kämen die Laubblätter eher zur Assimilationstätigkeit, dem Vegetationspunkt flössen frühzeitiger neue Assimilate zu, bei tieferer Lage aber sei eine durch die Wurzeltätigkeit bedingte stärkere Ernährung mit mineralischen Stoffen gegeben und diese rufe eine schwach positive geotropische Stimmung hervor. In der Tat wird ja in den genannten Feuchtluftkulturen bei völligem Abschluss mineralischer Ernährung die Stimmung sogar negativ. Aber schon der Umstand, dass doch ohne Vermittelung der Blätter, wie wie sehen, Nährstoffe aus dem alten Knöllchen direkt in den Ausläufer fliessen können, spricht nicht für die Annahme einer Beeinflussung der Reizlage bzw. Tiefenlage durch den relativen Gehalt an Aschenbestandteilen im genannten Sinn. Freilich auch der mehr oder minder grosse Verbrauch an Baustoffen beim Durchbruch durch eine ± dicke Erdschicht kommt nicht in Betracht. Entfernung des grössten Teils des Reservestoff-Behälters bzw. frühzeitige Wegnahme der Blätter bleibt auf den Ausläufer lange Zeit wirkungslos. Erwähnt mag noch sein, dass schon eine völlige Verfinsterung einer etwa 2 mm langen apikalen Strecke zur Umstimmung meistens genügt.

Die Ausläufer sind nicht nur äusserlich wurzelähnlich, auch in der Anatomie nähern sie sich etwas diversen Wurzeln und vor allem gleichen sie diesen durch ausgesprochenes Spitenwachstum. Nachdem festgestellt war, dass dieserhalben im Boden u. in feuchter Luft kein wesentlicher Unterschied besteht, wurde an letzteren eine grosse Zahl von Messungen vorgenommen. Da zwischen den einzelnen Ausläufern erhebliche Differenzen auftreten, mag davon im einzelnen nichts erwähnt sein, sondern nur als Gesamtergebnis: 1) Die Kürze der wachsenden Region wird nicht direkt von dem Wachstum im Boden bedingt; 2) Die Wachstumsgeschwindigkeit ist bei Tag und Nacht, im Licht und Dunkel unter sonst gleichen Verhältnissen nicht sehr verschieden; 3) Die sich streckende Zone ist höchst selten 10 mm lang, meist etwa 3 - 5 mm, die Zone maximaler Streckung liegt noch erheblich weiter vorne, z.T. dicht hinter dem Vegetationspunkt; 4) Die durch Belichtung angeregte Wachstumsbeschleunigung an jungen Knöllchen bzw. Übergangsstadien zu solchen, hält lange, zum Teil über eine Woche an.

Bei der Regeneration wurde eigenartigerweise ein Vorgang beobachtet, der in

etwas an den Ersatz ein. abgeschnittenen Wurzelspitze erinnert. Entfernt man nämlich ein étwa 1 mm langes Stück an der Ausläuferspitze, so entsteht unter schwacher, kallusähnlicher Anschwellung anstelle des verlorenen ein neuer Vegetationspunkt, der in gleicher Weise das Wachstum fortsetzt, sodass nach einiger Zeit von der Operation nicht mehr viel zu sehen ist. Bekanntlich ist ein direkter Ersatz eines Spross-Vegetationspunktes ausserordentlich selten; hier haben wir einen Fall, der dem sehr nahe kommt. - Die Regeneration trat in 10% der Fälle ein (Fig. 18).

Fig. 18. Ausläufer-Regenerat.

Adoxa gehört zu jenen Pflanzen, die sich bei reichlicher vegetativer Vermehrung die Samenbildung fast ganz geschenkt haben. Die weitaus überwiegende Mehrzahl der Blüten bleibt steril, auch künstliche Bestäubung ändert daran nichts. Nur an feuchten Standorten findet man recht spärlich ausgebildete Früchte, an trockeneren Standorten fast nichts. Wenn z.B. im Münchener Botanischen Garten auf einem etwa 1 qm grossen, dicht mit *Adoxa* bestandenen Fleck trotz günstigen Umständen auch nicht eine Frucht zu finden war (1822), so könnte daran eventuell die nahe Blutsverwandtschaft zahlreicher Pflanzen infolge der vegetativen Vermehrung schuld sein. Doch auch am natürlichen Standort war es nicht viel besser, in Kultur sah ich nur einmal einige Früchte. In KNUTHs Handbuch findet man zwar allerlei über Bestäubungseinrichtungen und Besucher, aber von der Erfolglosigkeit nichts. Ein "Aushungern" der Früchte kann wenigstens nicht allein infrage kommen, da ich auch an ausläuferlos gemachten Pflanzen keine Früchte erhielt. Auch die auffallende Herabbiegung nach der Anthese hat daher zumindestens heute keine Bedeutung mehr, sie ist nicht abhämgig vom Fruchtansatz, unterblieb aber bei Entfernung des Blütenköpf-chens. Über die Kautelen der Samenkeimung wurde schon das hier notwendige gesagt; es ist nur noch hervorzuheben, dass zu jenen rasch vergänglichen Frühlingspflanzen gehört, deren Embryo im ausfallenden Samen noch wenig entwickelt ist und einer Nachreife bedarf.

Von Interesse ist das Verhalten der durch den Boden brechenden Blätter. Ihre Lamina ist nach unten umgeschlagen, wie das ja oft in derartigen Fällen vorkommt und für das Blatt offenbar beim Durchdringen durch den Boden nützlich ist. Allein wie GOEBEL für *Ranunculus repens* gezeigt hat, handelt es sich um eine Hyponastie, die nur im Dunkeln zur Geltung kommt. Werden bei *Adoxa* die jungen Blätter belichtet, so tritt eine Epinastie ein, d.h. das Blatt schlägt sich um fast 180° zurück und breitet seine Teile annähernd horizontal auseinander. Ganz anders etiolierte Blätter. Ihr Stiel wird bis 20 cm lang, die Spreite bleibt klein, die beiden normal einander gegenüber sitzenden Seitenteile rücken zuweilen um 1 cm auseinander, die Blatteile bleiben ± hyponastisch eingerollt und insbesondere der Mittelteil wird durch fortdauerndes hyponastisches Wachstum in Partialstiel und Lamina schliesslich zu einem vollen Kreis gebogen.

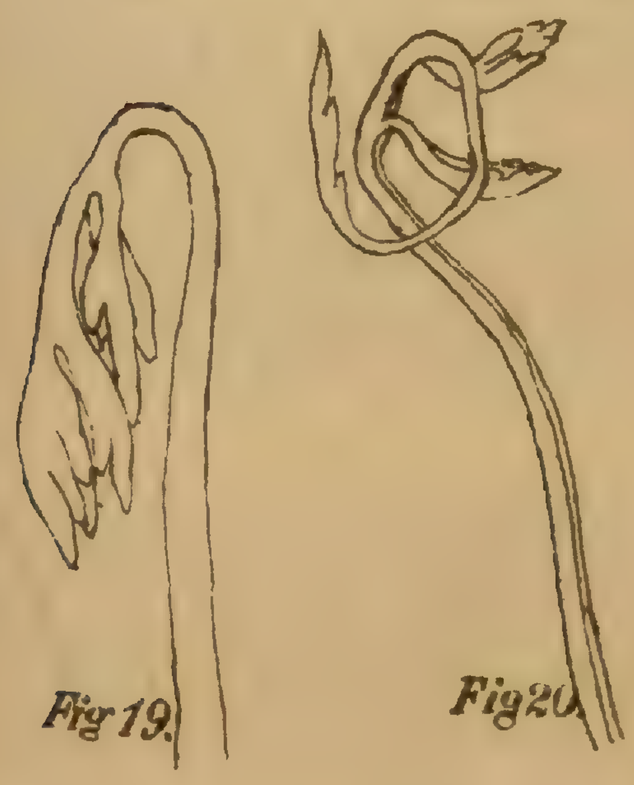


Fig19. Fig20.

Fig. 19, Laubblatt beim Durchbruch. Fig. 20. Etioliertes Laubblatt.

Auffallend war auch, dass sehr oft die Entfaltung der das Blütenköpfchen schützenden beiden Blätter schon im Boden derart weit fortschritt, dass die Blütenanlagen gerade an der gefährdetsten Stelle lagen; also sicher nicht ein "zweckmässiger" Vorgang.

Die Rhizome wurden auch fortlaufend chemisch untersucht. Es wurde während der Zeit der "Stärkewanderung" die mobile Form, der Zucker, niemals in grösseren Mengen nachgewiesen. Im Herbst waren die Knöllchen, besonders die Rinde, mit grossen Stärkekörnern dicht vollgepfropft, Zucker fand ich nicht. Im Freien konnte im Januar Zucker nur in sehr kleinen Mengen nachgewiesen werden, ziemlich reichlich Ende März, als die Pflanzen austrieben, doch war zu diesem Zeitpunkt schätzungs-

weise erst etwa die Hälfte der gesamten Stärke mobilisiert. Die im Gewächshaus frühgetriebenen *Adoxa*-Exemplare begannen bald nach Laubentfaltung vom hinteren Knöllchenrande her hyalin zu werden. Die Untersuchung ergab, dass aus diesen Teilen die Stärke fast vollständig ausgewandert war, Zucker fand sich noch. Weiter vorn waren Zucker und Stärke reichlich vorhanden. Aus den Befunden im Freien ergab sich auch, dass die Reservestoffe des Knöllchens stets in nicht unbeträchtlicher Menge direkt zum Aufbau der neuen Ausläufer verwandt wurden. Sehr auffällig waren in den Rhizomen die z.T. ausserordentlich grossen Kerne von 20 - 30 μ Durchmesser und fast kugeliger oder etwas abgeplatteter Gestalt. Sie scheinen späterhin sogar noch an Grösse zuzunehmen und es wurden in Speicherzellen, die bereits den grössten Teil ihrer Stärke abgegeben hatten, äusserlich noch ganz gesund erscheinende Kerne von 48 - 50 μ Durchmsser gefunden, ein neuer Beweis, dass zwischen Grösse einer Pflanze und Kerngrösse nicht notwendig ein Zusammenhang bestehen muss.

Nebenher wurde noch eine Beobachtung an den Plastiden gemacht, die hier erwähnt werden soll. Die einzige diesbezügliche Angabe fand ich nachher in MOLISCHs Pflanzenchemie, dort heisst es, in den nicht ergrünten Blattstielen fänden sich nur rote Chromatophoren. Diese Stengelteile bzw. Blätter enthalten nun in ihren Zellen ausser den epidermalen einen gelben bis orangeroten Farbstoff diffus verteilt und ausserdem erblickt man in den noch nicht ergrünten Chloroplasten ± zahlreiche, sehr kleine, lebhaft orangerote Körperchen, die den Eindruck von Kristallen machen. Beiderlei Farbstoffe bewirken die oben genannte Eigenfarbe. Diese Kriställchen sind zweifellos Carotin, sie färben sich mit Jodjodkali augenblicklich intensiv blauschwarz, ganz ähnlich wie stark gefärbte Stärkekörnchen dies tun würden, mit konz. Schwefelsäure werden sie ebenfalls fast schwarz. In den ergrünten Chloroplasten besonders der oberen Blattzellagen, findet man sie zuweilen ausserordentlich zahlreich, vorhanden sind sie stets. An älteren Blättern suchte ich sie oft vergeblich. Die Leukoplasten, welche Reservestärke aufbauen, enthalten sie selten, zuweilen ein oder wenige grössere Stücke. Ergrünende, weil belichtete Leukoplasten sind übrigens deshalb interessant, weil sie den Zusammenhang von Stärkekorn mit seinem Bildner ebenso schön zeigen wie die bekannte *Pellionia Davvaueana*, am schönsten in ergründenden Basen von Laubblättern. (Fig. 21, 22)

Fig. 21. Ergrünende Leukoplasten. 22. Chlorophyllkörper m. Karotinkrist.

ÜBER EINIGE AUS BLÜTENSTÄNDEN HERVORGEGANGENE AUSLÄUFER-ÄHNLICHE BILDUNGEN.

Bei einer beträchtlichen Anzahl von Pflanzen, besonders solchen mit kurzen vegetativem Axen, sind die Blütenstände unter grösserer oder geringerer Abänderung in den Dienst der vegetativen Vermehrung und Verbreitung in kleinerem Umkreis getreten. GOEBEL hat (Organographie, spezieller Teil, I. Abt.) darüber Mitteilungen gegeben. Hier sollen einige an solchen Pflanzen gemachte Beobachtungen mitgeteilt werden.

FRAGARIA.

Die Gattung *Fragaria* besitzt bekanntlich (vergl. z.B. SOLMS-LAUBACH l.c.) lange oberirdische Ausläufer, die an der Pflanze in gleicher Stellung wie die Blütenstände auftreten und (abgesehen von *F. collina* nach SOLMS) in sympodialem Wuchs weite Strecken zurüklegen, wobei Verzweigung zurücktritt. Es wurde an 3 Arten (*F. vesca, F. indica* und *F. chiloensis*) auf die Art des Längenwachstums der Ausläufer untersucht. In allen Fällen ergab sich ziemlich das gleiche: Erst streckt sich der Ausläufer in seiner ganzen Länge, bis er etwa 5 cm lang gewor-

den, dann lässt das Wachstum am hintern Ende nach und bei längeren Ausläufern ist der hintere Teil bereits voll ausgewachsen, wenn der apikale Teil noch lebhaft weiterwächst. Bei der kräftigen *F. chiloensis* war die gesamte wacnsende Region oft über 10 cm lang, doch war zwischen 10 und 5 cm die Streckung meist gering, am stärksten annähernd 3 cm hinter der Spitze. Das Vorblatt störte das Wachstum sehr wenig, auch das halb entwickelte Laubblatt gab noch nicht das Signal zum Stillstand, aber die Geschwindigkeit der vorgeschobenen Endknospe nahm sehr rasch ab und sobald die Wurzeln an der Terminalpflanze erschienen, erlosch es. Die andern beiden Arten verhalten sich ähnlich. *Fragaria chiloensis* erreichte selbst bei nicht sehr günstigem Wetter einen absoluten Tageszuwachs von 2 cm. Im ganzen ergibt sich also, dass bei diesen stets oberirdischen Ausläufern kein auf eine kurze apikale Zone beschränktes Spitzenwachstum zu konstatieren ist.

LAGOTIS STOLONIFERA.

Die Gattung ***Lagotis,*** nach ENGLER-PRANTL zu den *Scrophulariaceae-Digitaleae* gehörig, umfasst einige Arten ausdauernder, meist kleiner, rosettenförmiger Kräuter besonders des gemässigten Asiens, deren blaue Blüten in ± hohen, seitenständigen Ähren angeordnet sind. ***Lagotis*** *(Gymnandra) stolonifera Maxim.*, eine Pflanze der Hochgebirgsmatten von Kleinasien und Armenien, hat eine bodenständige Rosette bis 15 cm langer, schmaler, etwas ledriger Blätter auf kurzem, vertikalem, unterirdischem, sehr reich bewurzeltem Rhizom. Aus Blattachseln etwas unternalb der Erdoberfläche entspringen die Blütenstände, kurze Ähren, und an ebensolchen Stellen auch die Ausläufer, welche für die Spezies im Gegensatz zu ihren Verwandten charakteristisch sind. Ein typischer Ausläufer steigt erst schräg empor, biegt sich dann in ± flachem Bogen abwärts, kriecht noch eine Strecke weiter und treibt nach höchstens 30 - 40 cm Länge die Apikalknospe zu einem rasch sich bewurzelnden Pflänzchen aus. Interessant ist die Pflanze aber deshalb, weil hier alle Übergangsformen vom Blütenstand bis zum Ausläufer tatsächlich auftreten. Im Mai 1922 beobachtete ich dies im botanischen Garten zu München, wo die Art sowohl im Alpinum wie in der Anzuchtanlage in zahlreichen Exemplaren auf steinigem Untergrund vorhanden ist. Äussere Umstände konnten für das verschiedene Verhalten der einzelnen Pflanze bzw. Sprosse nicht verantwortlich gemacht werden, experimentelle Untersuchung war noch nicht möglich. Die genannte Eigenart schien bisher noch nicnt beschrieben zu sein.

Die Blütenstände entspringen meist kurz unter der Erde, wenden sich in nach oben konvexem Bogen nach oben und zur Vertikalen und tragen wenige cm über Niveau eine gedrungene Blütenähre. Auffalland ist der flache, fast geflügelte Querschnitt des basalen Stengels. Vielfach kommt es nun vor, dass die dichte, rötliche Spitzenknospe während der fortschreitenden Anthese plötzlich auswächst, längere Internodien erzeugt, erst schief aufwärts strebt und sich dann langsam im Bogen niedersenkt, wo dann sofort am Ende eine junge Pflanze auftritt. Der ausläuferartige Teil ist auffallend unregelmässig mit zungenförmigen Blättern besetzt, in deren Achseln man zunächst noch Rudimente von Blütenanlagen findet. Äusserlich aber kann der Übergang von dichter Blütenähre zu typischem Ausläufer vollkommen unvermittelt sein. Es wurden auch Formen beobachtet, bei denen nur eine Auflockerung am oberen Ährenende eintrat. Als Mittelformen treten Blütenstände auf, die nie vertikal werden, blütenärmer, lockerer sind und dann zu Ausläufern werden, ferner Ausläufer, an deren unterm Ende einige Blü-

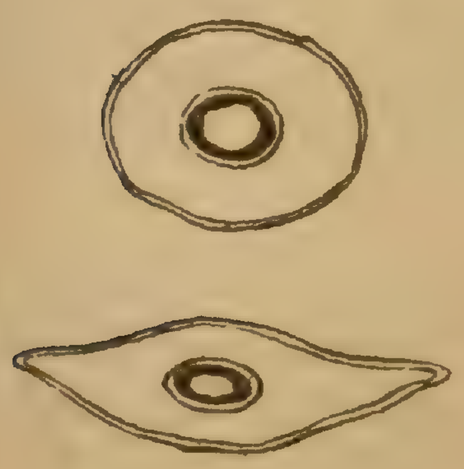


Fig. 23. Sprossquerschnitte a. d. Basis und weiter oben.

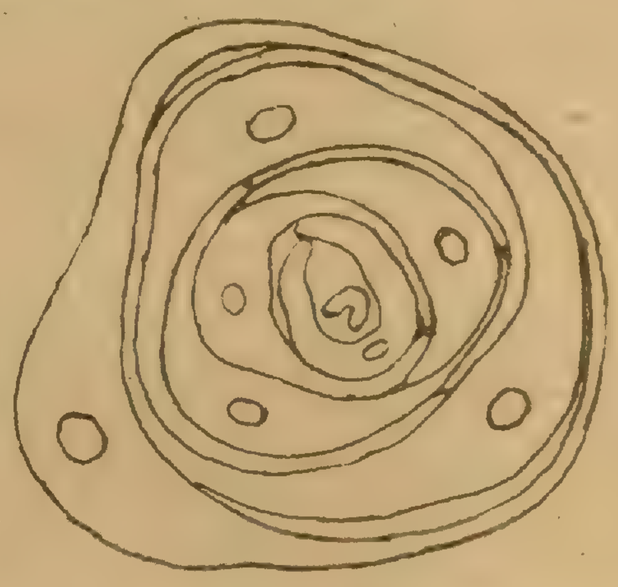


Fig. 24. Querschnitt durch d. Ausläuferknospe.

ten in grösserem Abstand sitzen. Die Ausläufer selbst sind schon kurz charakterisiert, sie haben wie die Blütenstände eine auffallend abgeflachte Basis, werden weiterhin fast stielrund, sind ebenso wenig wie die Mittelformen im Bau deutlich dorsiventral, haben nur mässig verlängerte, auffallend ungleiche Internodien und eine äusserlich kaum erkennbare, annähernde 2/5-Blattstellung. In den untern Blattachseln findet man stets noch als Reste der Blüten die eigenartig einseitig geschlitzten Kelche mit degenerierendem, bräunlichem Inhalt, aber sehr klein. Die Ausläufer sitzen an der Pflanze im Durchschnitt etwas tiefer als die Blütenstände.

Die Blütenähren blühen, wie dies ja bei vielen Scrophulariaceen der Fall sein kann, am Ende normal nicht ganz auf, die apikalen Knospen bleiben unentwickelt, der Vegetationspunkt wird nicht aufgebraucht. Daher leitet sich die Möglichkeit des Auswachsens als Ausläufer. Ein Nachlassen der "Blütenbildungstendenz" ist aber schon vorher zu erkennen. Während die untern Blüten eine ± stark 2-geteilte Oberlippe und eine oft 3-teilige Unterlippe besitzen (Fig. 25), folgen im Durchschnitt (im Einzelfall nicht immer ganz zutreffend) solche mit 2-teiliger Ober- und Unterlippe, die Teilung wird schwächer, die Oberlippe schliesslich einfach und am Ende findet man häufig nur mehr 2 ungeteilte Korollapoen. Die Sporophylle selbst ändern sich nicht wesentlich. Im übrigen kann man auch an den auch bei geneigter Lage radiären Blütenständen noch ± deutlich 2 laterale Stengelkanten erkennen.

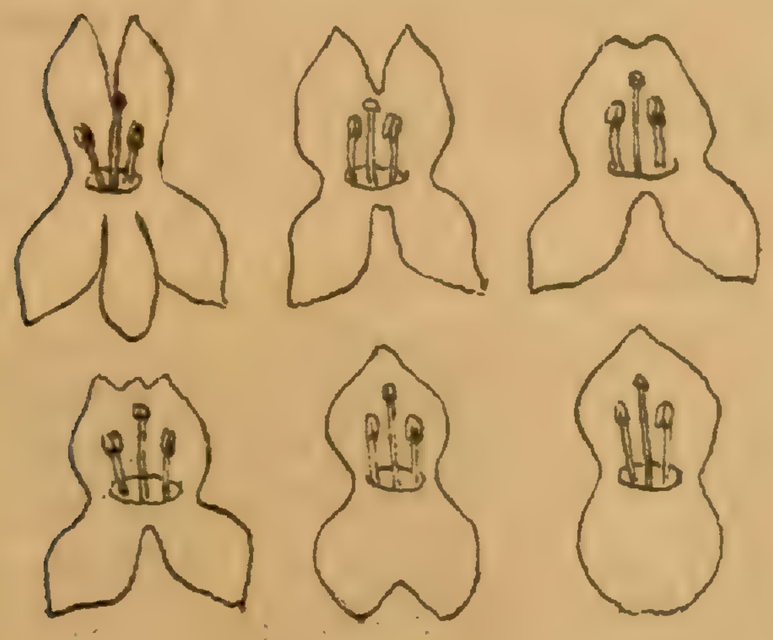


Fig. 25. Blütenschemata.

Lagotis stolonifera ist also ein ausgezeichnetes Beispiel einer Pflanze, bei der anscheinend spontan selbst am gleichen Exemplar die Übergangsformen zwischen Blütenähre und Ausläufer mit terminaler "Adventivpflanze" auftreten und zeigt weiter eine Stengelorganisation, in der bilaterale und radiäre Züge in eigenartiger Weise gemischt sind. Die KLEBSschen Versuchsergebnisse mit *Ajuga reptans* seien hier als z.T. ähnlich angeführt.

TULIPA SILVESTRIS.

Die Waldtulpe hat ihre eigentliche Heimat wahrscheinlich in den Steppen und lichten Wäldern Südrusslands und Kaukasiens und ihre für solche Verhältnisse günstige Periodizität hat sie auch, wie viele andere Zwiebelgewächse, in ihrem weiteren, wohl grösstenteils anthropogenen Verbreitungsbezirk in Mittel- und Nordeuropa bewahrt. Eine genaue Darstellung des über die Pflanze bisher bekannten findet sich in der "Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas". Im Dezember lassen sich die Zwiebeln im Warmhaus bereits treiben, die Winterruhe (nicht die Ruhe ab Juli!) in unsern Klimaten ist also eine erzwungene. Es wurde zunächst das Längenwachstum der eigentümlichen Ausläufer gemessen und festgestellt, dass die Wachstumsverteilung in Erde bzw. künstlich in Luft oder Wasser nicht wesentlich differiert. Die sich streckende Zone ist gewöhnlich 2 - 3 cm lang, also immerhin nicht ganz kurz, wobei das Maximum der Streckung nicht über 1 cm von der Spitze entfernt liegt. Die zum Vergleich herangezogenen Blütenstandsaxen, die ja auch terminal durch Knospen abgeschlossen sind und interkalar sich strecken, hatten erheblich längere Wachstumszonen (bis 15 cm), die Lage des Maximums wechselte stark, war aber meist nicht mehr als 3 cm von der Knospe entfernt. Bedenkt man, dass es sich bei den Ausläufern um knotenlose, eigentlich durch Tätigkeit eines nahezu apikalen Meristems sich aufbauende Axen handelt, so wird man die Art der Wachstumsverteilung nicht als besonders auffälligen Ökologismus bezeichnen können. Am Licht konnte wirkliche Zwiebelbildung nie beobachtet werden. Es trat eine Wachstumshemmung ein, die hypodermalen Lagen verholzten wohl z.T. infolge davon, die Hülle vermochte daher dem Druck der nun schwellenden Knospe nicht zu folgen, diese platzte und langsam entwickelte sich frei auf der etwas eingekrümmten Ausläuferspitze stehend ein kleines Zwiebelchen. Im Dunkeln unterblieb die frühe Verholzung, das Längenwachstum hielt an und es entstanden schliesslich normale Zwiebeln frei an der Luft.

Die Morphologie der Ausläufer wurde wiederholt untersucht. Die Fig. 26 soll einen diesbezüglichen aus den Querschnitten Fig. 27 u. ä. konstruierten Längsschnitt geben. Man sieht, wie in den Stolo auf der "inneren" Seite die rasch umbiegenden, vom Zwiebelkuchen aufsteigenden stammeigenen Gefässe eintreten und eine eigenartig unregelmässige, übrigens auch recht wechselvolle Gruppe im "Stengelteil" des Ausläufers bilden. Nicht selten macht die ganze Gruppe im Querschnitt durch Zusammenrücken den Eindruck eines einzelnen, besonders grossen bikollateralen Bündels (Fig. 30), aber nur selten unterscheidet es sich von den andern gar

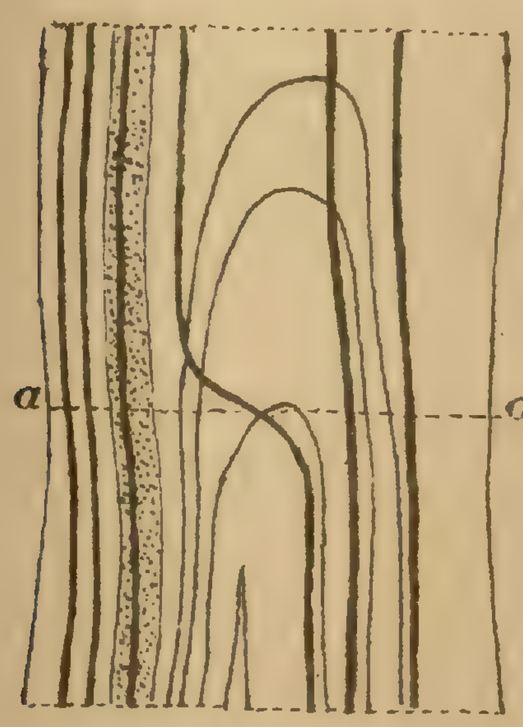


Fig 26

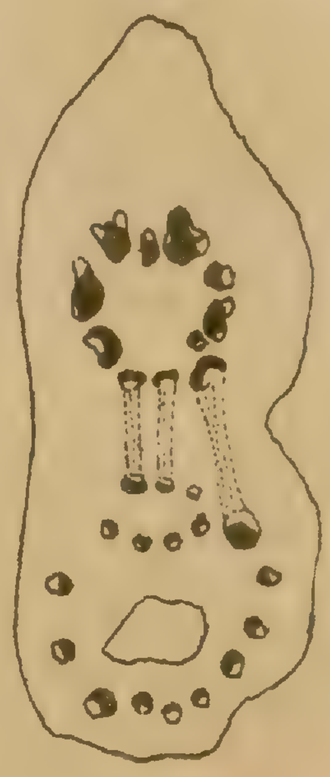


Fig 27

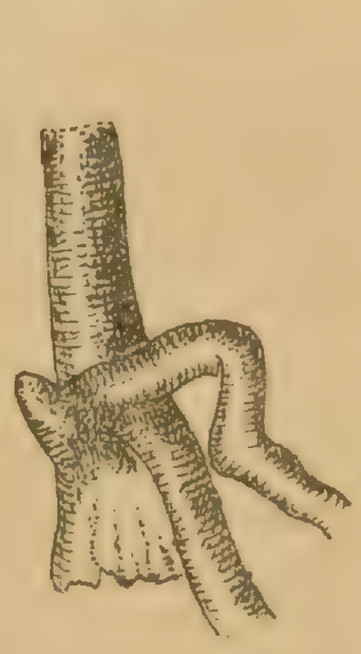


Fig 28

Fig 29

Fig 30

Tulipa silvestris. Fig. 26. Gefässbündelverlauf an d. Ausläuferbasis. 27. Querschnitt a - a. 28. Ausnahmefall mit 2 Ausläufern. 29. Ausläufer-Regerat. 30. Ausläufer-Querschnitt.

nicht mehr, sodass also die viel verbreiteten Bilder, die ein fast vollkommen radiales Organ darstellen, nicht typisch sind. In einem einzigen Fall war neben d. Terminalknospe auch die Axillarknospe zum Ausläufer geworden (Fig. 28), wobei sich aber, wie ja zu erwarten, nicht das Speicherblatt der alten Zwiebel an der Ausläuferbildung beteiligte, sondern dieser morphologisch ganz aus der Achselknospe hervorging (vergl. dazu die Angaben in "Lebensgeschichte"). Bei der komplexen Struktur des Stolo musste von Interesse sein, wie er sich bei Regeneration verhielt. Wurde ein etwa 0,5 cm langes Spitzenstück (mit dem Zwiebelchen natürlich) abgeschnitten, so bildete sich in mehreren Fällen ein grosser Kallus, auf dessen Oberseite ganz gleich orientiert wie das verlorene ein neues Zwiebelchen entstand (Fig. 29).

Die Frage der Einhaltung einer bestimmten Tiefenlage hat schon RAUNKIAER bei *Tulipa silvestris* untersucht. Er kam zu keinem allgemeineren Ergebnis. Da zu vermuten war, dass die vom assimilierenden Blatt zu durchstossende Erdtiefe insofern von Bedeutung sei, weil dabei ± der Stoffreserve aufgebracuht wird, so wurde von einer Anzahl Zwiebeln der Reservestoffbehälter vorsichtig entfernt. Die Pflanzen trieben ein mittelgrosses Laubblatt und einen kurzen, steil nach abwärts gehenden Stolo mit terminaler Zwiebel, ein Resultat, das jener Vermutung entgegenspricht. Die Einhaltung einer bestimmten Tiefenlage war überhaupt an älteren, aber noch nicht blühenden Zwiebeln durchaus keine strenge. Tief und flach gesetzte Zwiebeln verhielten sich fast ganz gleich, horizontal gelegte trieben den Ausläufer oft knapp unter der Erdoberfläche ein langes Stück vor, bogen dann am Ende um und hier entstand dann alsbald die neue Zweibel; vertikal stehende hatten in verschiedener Tiefe erst ziemlich senkrecht nach unten gehende, dann flacher streichende Ausläufer. Jedenfalls eignet sich die Waldtulpe wenig zu solchen Versuchen, wenn auch die in unsern Gegenden ihr nicht recht zusagenden Verhältnisse hier ungünstig eingewirkt haben mögen. Wurde das assimilierende Blatt rechtzeitig entfernt, so unterblieb die Bildung eines Stolo fast ganz, Verhältnisse, die an die blühende Pflanze erinnern, wo ja auch durch die Bildung des Blütenstands die Ernährungsverhältnisse der vegetativen Knospen ungünstiger werden. In diesem Zusammenhang sei

an die Angabe von SOLMS-LAUBACH erinnert, dass in den seltenen Fällen, wo die Gartentulpe einen Ausläufer treibt, gleichzeitig "das Vorblatt an der Haupt- Seitenzwiebel " sich laubblattartig entwickelt. Wahrscheinlich erfolgt aber ganz allgemein mit Eintritt der Blühfähigkeit eine Umstimmung zu ungunsten der Ausläuferbildung, denn es gelang nicht durch frühzeitige Entfernung des oberen Teils des Blütensprosses die Axillarknospen zur Stolonenbildung anzuregen. Andererseits war das bei Entfernung der Ausläuferanlage an starken, doch nicht blühreifen Zwiebeln auch nur in der Minderzahl der Fälle möglich, die Axillarknospe wurde einfach an Ort u. Stelle zur Ersatzzwiebel. Ihr fehlte offenbar die Induktion zum Stolonenwachstum, womit wir vorläufig uns noch unbekannte innere Gründe umschreiben müssen.

Einigermassen ähnlich *Tulipa silvestris* ist das Verhalten einer ganz andern, fernstehenden Pflanze, *Phylloglossum Drummondi*. Auch hier wird von der noch nicht "blühreifen" Pflanze der terminale Vegetationspunkt zum Ausläufer ganz ähnlicher Natur (nach SAMPSON eventuell nur scheinbar, indem vielleicht der eigentliche Terminaltrieb verkümmert), später bildet sich die Endknospe zum Blütenstand aus, während aber hier nun ein Seitenast auch weiterhin die Ausläuferbildung aufrecht erhält. Der Grund für die Umstimmungen ist auch hier noch ganz unbekannt.

Schliesslich sei noch darauf hingewiesen, dass ähnliche Gebilde ganz vereinzelt, nie grossen Gruppen gemeinsam, sporadisch in der ganzen Pflanzenwelt auftreten: Marsupien mancher Lebermoose, Ausläuferknöllchen von *Phylloglossum*, Ausläufer von *Tulipa* und manchen Orchideen, Karyophore von *Arachis*. Überall durch eigenartige interkalare Wachstumsvorgänge Entstehung eines sonst fehlenden Organs, das die junge Generation an der Spitze unentwickelt, also rings eingeschlossen in sich trägt. Überall handelt es sich wohl vor allem um Schutz der Nachkommenschaft bzw. um Verbreitung zwar nicht auf grosse Strecken, doch in sicherer Form.

LIMNANTHEMUM HUMBOLDTI.

Der vegetative Aufbau der Vertreter der Sect. *Nymphaeanthus* der Gattung *Limnanthemum* wurde insbesondere von GOEBEL klargelegt. Sie hierher zu zählen findet seine Berechtigung in dem Umstand, dass in Achselgegend der "blütentragenden" Schwimmblätter mit oder nach der Anthese ein Beispross als Adventivpflanze auswächst und selbständig wird. In der Wirkung allerdings kann dieser Aufbau mit den gewöhnlichen Ausläuferformen besonders von Landpflanzen nicht verglichen werden. Die blühende Pflanze entwickelt aus einem kurzen Rhizom eine grössere Anzahl lang gestielter Schwimmblätter, die kleinen Seerosenblättern weitgehend gleichen. Dann sinkt unvermittelt die Blattform zum kurzen, häutigen Niederblatt herab, in dessen Achsel Gebilde entspringen, die den Schwimmblättern durchaus gleichen, aber kurz unterhalb der Lamina die Blüten tragen. Wie schon die Stellung andeutet, handelt es sich hier um Infloreszenzen mit einem kurz gestielten Schwimmblatt, während der übrige Blattstiel der langgestielten Schwimmblätter durch die Infloreszenzaxe ersetzt ist, ein höchst auffälliger Fall von Konvergenz. Die Pflanze soll hier wegen ihrer bisher noch unbekannten ausserordentlichen Regenerationsfähigkeit angeführt werden.

Schneidet man ein Primärblatt oder Schwimmblatt ab und legt es im Warmhaus in Wasser, so entwickelt sich von den Gefässgruppen ausgehend ziemlich rasch ein oft sehr mächtiger Kallus. Auffallend ist schon, dass ein derartig lockeres, gewissermassen nur einem Plattengerüst von Zellflächen entsprechendes Gewebe fast mit Sicherheit ohne Fäulnis Regeneration ergibt. Ferner ist nicht ohne weiteres einzusehen, wenn man sich auf den HABERLANDTschen Standpunkt betr. Wundhormone stellt, wie diese bei einer ständig frei im Wasser liegenden Schnittfläche so mächtig wirksam sein können. Aus dem Kallus entspringen dann ± zahlreiche Wurzeln und unabhängig von ihnen bis zu 5 Adventivpflanzen, von denen selbst 3 sich weiter entwickeln können. Sie beginnen mit einem kleinen, einfach-spatelförmigen Primärblatt, es folgen mehrere Übergangsblätter, dann kommen Schwimmblätter, deren Spreite oft nicht über 1 cm Durchmesser besitzt. Wurzeln haben sich inzwischen an den jungen Pflanzen zahreich entwickelt, das Mutterblatt stirbt ab, die Nachkömmlinge werden selbständig. Versucht man gleiches mit scheinbar "blütentragen-

den" Blättern, also Blütenständen, so erhält man mit fast gleicher Sicherheit ähnliche Resultate, sowohl wenn man das "Blatt" oberhalb wie unterhalb der Blüten durchtrennt, nur dass im allgemeinen auf das einfache erste Blatt rascher z.T. winzige, aber sonst normale Schwimmblätter folgen. Von Interesse ist besonders d. letztere Fall, denn hier handelt es sich um ein Axengebilde, das Polarität zeigen sollte. In der Tat entstehen hier gewöhnlich, doch nicht immer, zuerst am Kallus Wurzeln, aber stets kommen zwischen ihnen kleine Sprosse mit Blättern dazu, was recht auffällig ist, da doch die am Kallus bewurzelte Pflanze eigentlich ein polar richtiges, sozusagen vollständiges Gebilde darstellt. Übrigens ist es für die Sicherheit der Regeneration von Vorteil, doch keineswegs nötig, die Blüten und Blütenknospen zu entfernen. Die normale Adventivpflanze am Blütenstand wird durch das Abschneiden des Blütenstandsstiels nicht sehr beeinträchtigt. Lässt man die so vorbehandelten Pflanzen weiter wachsen, so entstehen an beiden Enden, sowohl an der Basis des allmählig absterbenden Schwimmblattes als auch am Kallus, eine bis einige Adventivpflanzen, die sich bewurzeln und selbständig werden. Schneidet man ihnen am Kallus fortgesetzt die Wurzeln weg, so können sie unter lang dauernder Erhaltung des ursprünglichen Blütenstanstiels von der andern Seite her versorgt werden, wobei also in diesem der Strom nun umgekehrt verläuft. Man kann das beweisen, indem man das Kallusende mit seinen Pflanzen nach Entfernung der Wurzeln aus dem Wasser hebt. Verwendet man Stücke aus der Infloreszenzaxe selbst zur Regeneration, so faulen diese ziemlich leicht, doch gelingt es zum teil auch, sie zu erhalten. Dann entstehen Kalli und daraus Sprosse wie Wurzeln an beiden Enden ganz gleichmässig, also Polarität ist hier kaum angedeutet. Dieses Charakteristikum von Sprossaxen ist mithin bei diesen Pseudo-Blattstielen recht schwach ausgeprägt. Es sei unentschieden, ob etwa ein Zusammenhang mit der erwähnten Tatsache, dass hier ein grosser Teil der Spiralgefässe rechts statt links gewunden ist, besteht, etwa derart, dass beides auf gleicher Endursache beruht.

Regeneration erhält man auch an abgeschnittenen Blüten und Blütenstielen, und zwar ziemlich sicher, doch müssen sich die Kalli ziemlich rasch entwickeln, ehe die vergänglichen Gebilde durch Fäulnis zerstört sind. Wurzeln treten hier viel seltener primär auf, meist entstehen sie erst an den Adventivpflanzen. Diese stellen ganz winzige, aber blühreife Individuen dar. Zwar das erste Blatt ist stets ein mindestens ziemlich einfaches, kleines Primärblatt, das folgende gewöhnlich eine Übergangsform oder ein Schwimmblatt, dann aber kommt oft bereits ein Blütenstand mit ausserordentlich dünnem, einige cm langem Stiel und noch nicht 6 mm breiter Lamina. Blütenknospen sind vorhanden, kommen aber an diesen Zwergen nicht zur Entfaltung. Es ist von besonderem Interesse, zu sehen, wie ausserordentlich rasch und in welch' winzigen Dimensionen hier sozusagen die ganze Entwickelung abgekürzt durchlaufen wird, wenn die Regenerate an Blütenstielen entstanden. Das weist mit Sicherheit auf das tatsächliche Vorhandensein blütenbildender Stoffe oder Stoff-Konstellationen von grosser Selbsterhaltungsfähigkeit hin, umso mehr, als bei Vornahme der Versuche sowohl in Regenwasser wie in 1:1000 KNOP das Resultat ziemlich gleich ausfiel (stärkere mineralische Nährlösung schädigt).

Die anatomische Untersuchung liess keine grösseren Mengen von Gerbstoff u. dgl. die man wegen der Fäulnis-Resistenz erwartete, erkennen, doch enthalten die peripheren Lagen viel Anthocyan. Auffallend war die ganz ausserordentlich rasche und intensive Holzreaktion der Sternhaare mit Phloroglucin. Das Vorkommen dieser Gebilde bei zwei systematisch so entfernt stehenden Gruppen ist höchst auffallend und wohl lange nicht genügend beachtet, besonders im Hinblick auf entwickelungsmechanische und deszendenztheoretische Hinsicht. In diesem Zusammenhang darf vielleicht auch an die Hydropoden erinnert werden.

Die Vergleichsversuche mit andern *Limnanthemum*-Arten (L. *nymphaeoides*, *trachyspermum*, *geminatum*, *laminosum*, *Villarsia*) ergaben, dass die Fähigkeit zu Kallusbildung überall ziemlich reichlich vorhanden ist, aber bereits Wurzelbildung viel spärlicher als bei *L. Humboldtii* erfolgt, noch viel seltener Sprossregeneration. Bei letzterer Art kann auch am apikalen Rand von Einschnitten in die Blattlamina die Entstehung von bewurzelten Adventivpflänzchen erzwungen werden.

Vergleicht man die von MOLISCH (Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei)

gegebene Zusammenstellung, so ergibt sich, dass sowohl der systematischen Verwandtschaft nach als auch innerhalb der biologischen Gruppe der Wasserpflanzen der beschriebene Fall von Blatt-Regenerationsfähigkeit recht vereinzelt dasteht und umso mehr Interesse verdient, als hier einmal die verschiedensten Teile der Pflanze relativ leicht regenerieren, darin also Blätter und "Pseudoblätter", d.h. Sprosse inbezug auf Regenerate kaum verschieden sind.

ARACHIS HYPOGAEA.

Es sollen hier einige Beobachtungen über die Physiologie der Fruchtbildung von *Arachis hypogaea*, der Erdnuss, mitgeteilt werden. Eine Arbeit, die das über die wichtigsten Geokarpen bekannte zusammenfasst und ergänzt, sowie Lieratur gibt, stammt von E. THENNE. Durchmustert man die über *Arachis*, also eine ausserordentlich wichtige Kulturpflanze, vorliegende Literatur, so findet man abgesehen von vorwiegend chemischen Arbeiten über die Stoffe des Samen auffallend wenig. Insbesondere die Physiologie der höchst eigenartigen Frucht- und Samenbildung hat auch in neuerer Zeit ganz wenig Beachtung gefunden. DARWIN hat in seinem Buch "Bewegungsvermögen der Pflanzen" im Anschluss an seine Beobachtungen über die Nutation der Karpohore einiges mitgeteilt, neuerdings liegen Angaben von RICHTER, Van der WOLK und THENNE vor.

Die Hauptfrage ist: Unter welchen Unständen schwillt das Karpophor-Ende zur Frucht mit keimfähigen Samen an. DARWIN ist noch nicht voll überzeugt, ob das Eindringen in die Erde eine conditio sine qua non dazu sei. Spätere Autoren haben dann festgestellt, dass in feuchter Luft niemals Fruchtbildung eintritt, weder im Licht noch im Dunkeln, und auch ich kann das nur bestätigen. Über die Wuchsverhältnisse von *Arachis* lauten die Angaben recht verschieden. Es scheint bei dieser wild überhaupt nicht sicher bekannten alten Kuluturpflanze verschiedene Rassen zu geben, teils vorwiegend aufrecht, teils niederliegend wachsende. Meine Pflanzen gehörten zur ersteren Gruppe. Karpohore entstanden noch 50 cm über dem Boden, während sie andere Autoren nur knapp über dem Boden auftreten sahen, ja weiter oben befindliche Blüten überhaupt für ± steril halten. Beieinzeln in Töpfen stehenden Pflanzen entsprangen auch in meinen Kulturen Blüten und noch mehr Karpophore ganz vorwiegend basal, bis etwa 10 cm Höhe; bei dicht stehenden mit gegenseitiger Beschattung dagegen unterblieb eine ausgesprochene basale Anhäufung, dafür traten noch weit oben Blüten auf, wenn auch nicht allzu reichlich. Auch diese letzteren waren wohl befähigt, Karpophore zu erzeugen, ein physiologischer Unterschied besteht also dieserhalben nicht. Wohl aber scheint eine Korrelation derart einzutreten, dass bei reichlicher Blütenbildung an der Basis deren weitere Bildung auch bei kräftigen Pflanzengehemmt wird, was immerhin auffällig ist. Verhinderung der Fruchtbildung im untern Teil kam deutlich der Fruktifikation weiter oben zugute. Jedenfalls gehört die ganze Erscheinung in die gerade bei Leguminosen ziemlich weit verbreitete der basalen Tendenz der Blütenbildung, die ja auch die häufige Amphikarpie ermöglicht. Die Karpophore wurden in feuchter Luft 30 cm lang und waren oft selbst dann noch befähigt, beim Einbetten der Früchte in die Erde Früchte zu erzeugen. Unterirdisch entspringende Karpophore fanden sich selten, desgleichen unterirdische kleistogame Blüten. RICHTER nennt *Arachis* eine Pflanze, welche im Übergang von Chasmogamie zu (teilweise unterirdischer) Kleistogamie weit fortgeschritten sei, doch ist das bei verschiedenen Rassen in recht verschieden hohem Grade der Fall.

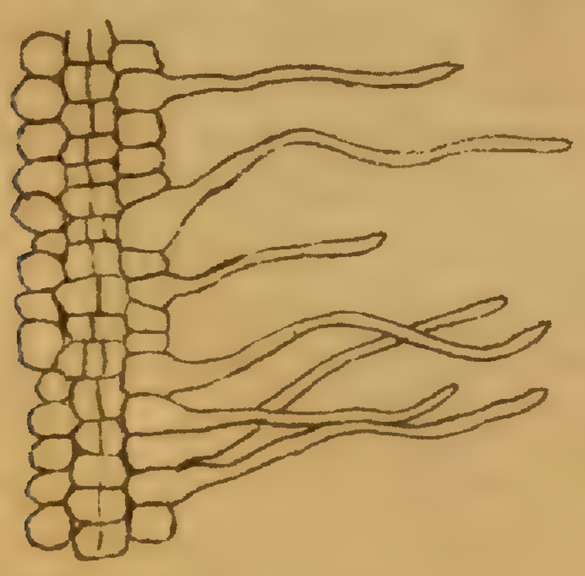


Fig. 31. Absorbierende Haare am Karpophor.

STOCKTON zeigte, dass die an Karpophoren in feuchter Luft bzw. Erde entstehenen wurzelähnlichen Bildungen zur Aufnahme von Lösungen befähigt sind und daher *Arachis*-Pflanzen nach Durchtrennung der Hauptaxe sogar einige Zeit hindurch durch die Karpophore mit Wasser versorgt werden können. Ich fand dieses Vermögen ziemlich beschränkt, doch gelingt es, kleinere belaubte Zweige mit Karpophoren, die in Wasser tauchen, in nicht zu trock-

ener Luft einige Wochen frisch zu erhalten. Mittels KNO_3 und Eisensalzlösungen wurde die Aufnahmefähigkeit experimentell bestätigt, aber als nicht sehr rasch und reichlich gefunden. Die starke Schädigung in 1:10000 $CuSO_4$ weist in gleicher Richtung. Vor der Bildung dieser Haare bzw. der oft die ganze Oberfläche ziemlich dicht bedeckenden lockern Lentizellen-Wucherungen findet keine Aufnahme statt. Diese Gebilde verkorken übrigens späterhin. VAN DER WOLK stellte fest, dass weder durch künstliche Nachahmung der mechanischen Verhältnisse des Bodens, noch in ganz trockenem oder mit Regenwasser befeuchtetem Sand noch in Regenwasser selbst Fruchtbildung zu erzielen sei, wohl aber in wässerigen Bodenauszügen. Er kommt zu dem Schluss, die Fruktifikation sei eine Folge der Aufnahme chemischer Stoffe des Bodens und zwar dieser allein, was letzteres aus seinen Versuchen betreffend Licht, mechanische Verhältnisse nicht unbedingt folgt.

Seine Versuche wurden wiederholt und im wesentlichen gleiche Resultate erhalten (v.d. WOLK arbeitete in Buitenzorg), doch trat zuweilen in gut gewaschenem, feuchtem Sand schwache Anschwellung, nicht mehr, ein. Um weiter zu kommen, wurden folgende Versuche angestellt:

1. Karpophore hängen in kalt bereitetem wässerigem Auszug von Ackerboden. In Licht und Dunkel "normale" Fruchtbildung (siehe unten); das Licht macht also die Fruchtbildung nicht unmöglich.

2. Abgekochter Bodenauszug, nicht filtriert. Wie oben. Bakterielle Wirkung u. dergl. scheidet aus.

3. Boden erst geglüht, dann ausgezogen. Wie oben. Organische Stoffe des Bodens scheiden aus.

4. So bleiben nur die Bodensalze über. KNOPsche Lösung (0,1% und 0,3%) ergaben denn auch reichlich Fruchtbildung (1% Lösung schädi-gte bereits).

5. Zuckerlösungen verursachten nur schwache Anschwellungen oberhalb der Karpophorspitze, nie Fruchtbildung. Osmotische Wirkung scheidet mit Wahrscheinlichkeit aus.

6. Es waren die wichtigsten anorganischen Salze einzeln zu untersuchen. Verwendet wurden 0,1% und 0,5% Lösungen, als Kationen K, Na, NH_4, Ca, dann Fe, Cu, Zn hochverdünnt als Reizstoffe (welche sich aber als unwirksam erwiesen); als Anionen SO_4, NO_3, Cl, PO_4 bzw. H_2PO_4 in verschiedener Konzentration. Es ergab sich, dass in allen Lösungen, die kein K enthielten, nur schwache und unregelmässige Ansätze zur Fruchtbildung eintraten, jedoch nie mehr, dass dagegen bei Gegenwart von K regelmässig ziemlich grosse Früchte entstanden, die auch normale, keimfähige Samen enthielten. Am besten bewährte sich KH_2PO_4 in 0,1 - 0,3% Lösung. Am nächsten kamen noch NaH_2PO_4 und lösliche Ca-Salze, wenn sie auch sehr weit zurückstanden.

Wie schon VAN DER WOLK fand, muss die Berührung mit der Nährlösung eine dauernde sein. Halb entwickelte Früchte in feuchter Luft, aber sonst unverändert an der Pflanze gehalten, bleiben ziemlich bald stehen. Es ist also gezeigt, dass die Fruchtbildung nur bei Aufnahme anorganischer Salze stattfindet und zwar spielt das Kalium hierbei eine nur ganz partiell zu ersetzende Rolle, von den Anionen wirkt Phosphorsäure am besten. In der Literatur fand ich betr. Kultur im Grossen von einigen Angaben über die Vorzüge eines kalkhaltigen Bodens nur folgende Stelle bei REINHARDT: "Bei völligem Mangel an Kalk bringt nämlich die Erdmuss, wie eingehende Versuche (von wem?) unwiderleglich bewiesen haben, ihre Früchte nicht zu voller und ausgiebiger Entwickelung".

Zunächst seien noch einige Versuchsergebnisse angeführt, die z.T. mit älteren Angaben übereinstimmen. Die Karpophore werden durch positiven Geotropismus, der sich sehr früh geltend macht, in die Erde geführt, Heliotropismus ist höchstens ganz untergeordnet daran beteiligt. Im Dunkeln bleibt die Wachstumsrichtung unverändert. Im Boden findet in einer Tiefe von 4 - 8 cm eine Umstimmung zur Transversalität statt. THEMNE erhielt am Klinostaten Früchte, die sich in der Verlängerung der Karpophoraxe entwickelten. Es ist zu betonen, dass die Karpophorspitze von vornherein ein dorsivetrales Organ ist und dass nur sie die Umstimmung gleichzeitig mit dem Beginn der Fruchtbildung erleidet. Es wurde aber gefunden, dass bei den in mineralischer Nährlösung im Licht erzielten Früchten diese ebenfalls

genau in der Verlängerung des Karpophors standen, also vertikal hingen. Daraus ergibt sich, dass die geotropische Umstimmung an sich nicht durch die Aufnahme von Aschenbestandteilen allein bedingt sein kann, denn im Licht blieb sie ja aus. Ebenso ist sie von der Fruchtbildung unabhängig. Ferner wurde beobachtet, dass sich Karpophorspitzen am Licht in mineralischer Nährlösung, selbst in ganz verdünnter $CuSO_4$-Lösung beträchtlich umbogen. Das Karpophor bedeckt sich in Wasser u.s.w. unter Auflösung der Oberhaut weitgehend mit weisslichem, schwammigem Gewebe, das zuweilen anstatt der normalen, harten Fruchtschale auch die Frucht umgibt. Nicht in allen Fällen war die Frucht normal, sondern recht oft entstand zunächst eine fast kugelige Anschwellung, die bis 1,3 cm Durchmesser haben konnte und nur einen Samen enthielt, dann aber wuchs die Spitze abwärts in der Art des Karpophors weiter und erzeugte nach 1 - 3 cm einen zweiten, meist kleineren Samen. Also auch die Teile der Fruchtwand selbst sind zu derartigem Wachstum befähigt (Fig. 32). Von Interesse ist auch, dass die Samen der Nährlösungskulturen sofort nach ihrer Reife unter Sprengung der Fruchtwand keimten, was der Theorie, die Ruhezeit der Samen sei wenigstens zum Teil durch Wasserentzug bedingt, entsprechen würde. Nochmals sie betont, dass diese "künstlich" erzeugten Samen voll keimungsfähig waren.

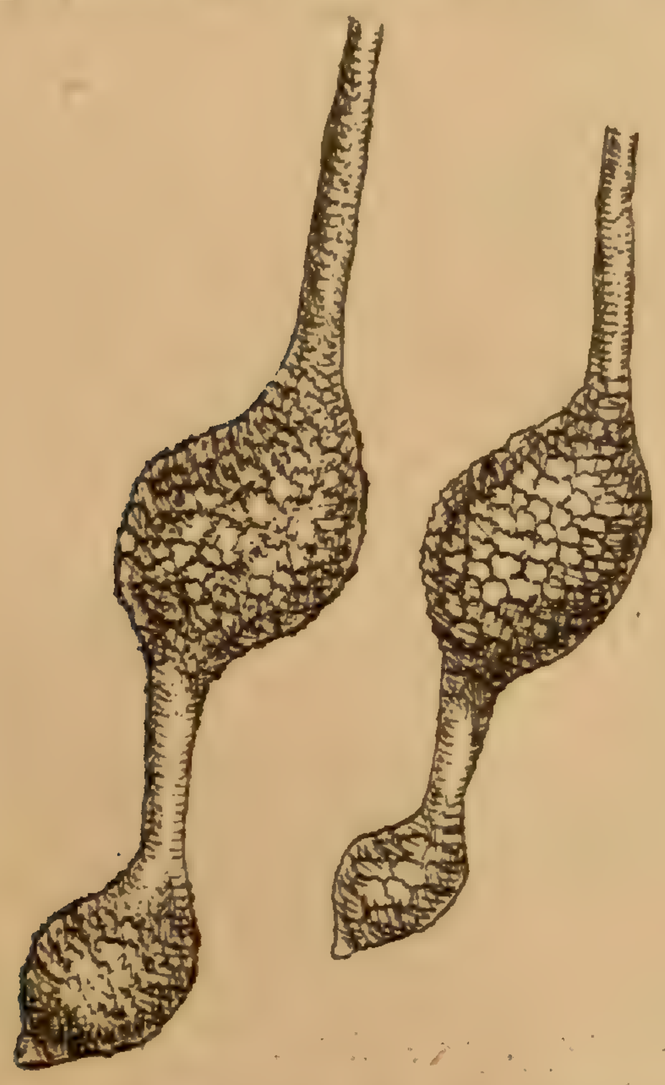


Fig. 32. *Arachis hypogaea.* Früchte aus Wasserkultur (0,1 % KNOP).

Es war zu vermuten, dass *Arachis* infolge des gänzlichen Mangels von Wurzelhaaren und deren teilweisem Ersatz durch lockeres, schwammiges, subepidermales Gewebe (STOCKTON) an der Aufnahme der Bodensalze gehindert sei und deshalb die vorderen Früchte auf deren eigene Aufnahme angewiesen seien. Immerhin macht das kräftige vegetative Wachstum diese Annahme schon zweifelhaft. Aschenanalysen, an Gewächshauspflanzen vorgenommen, ergaben folgendes (5 Analysen zu verschiedener Zeit):

	Wasser	Trockensubst.	Asche	Kaligehalt d. Reinasche (K_2O).
Blätter %	78 - 83	17 - 22	9,6 - 15,4	16,3 - 27,9
Stengel %	72 - 81	19 - 28	6,3 - 10,2	

Also der Aschengehalt der vegetativen Teile ist durchaus nicht abnorm gering, der Kaligehalt ziemlich normal. Die vegetativen Teile der Pflanze sollen ja übrigens auch ein ausgezeichnetes Viehfutter sein und bei Kühen den Milchertrag steigern (TAUBERT) WEHMER gibt an für Samen der Erdnuss 2,2 - 4,2% Asche (nach FLÜCKIGER Samen 2,8%, Samenschale 0,72%), davon 27,6% P_2O_5, 14,47% MgO, HCaO, 0,13% SO_3, 47,7% K_2O, also nichts auffallendes. Eine sehr kräftige, im Gewächshaus erzogene Pflanze hatte 39,6 gr Samen erzeugt, diese würden bei einem Aschengehalt von 3% - 1,19 g Mineralstoffe brauchen, davon 0,567 K_2O. Im ganzen lassen diese Zahlen keine Anhaltspunkte dafür erkennen, warum die Pflanze die werdenden Samen nicht vom Mittelspross aus mit Aschenbestandteilen versorgen könnte.

Es war zu versuchen, durch besonders reichliche mineralische Ernährung die Fruchtbildung auch oberirdisch zu erzielen. Wasserkulturen eignen sich dafür nicht sehr, da im Gegensatz zu RICHTERs Befunden die Pflanzen zwar ziemlich leicht bis zur Blüten- und auch Samenbildung gelangten, aber doch immer etwas kränklich blieben. Es wurden daher Topfkulturen reichlich in verschiedener Weise mineralisch stark gedüngt. K- und Ca-Düngung einerseits, dann Phosphorsäure waren besonders fördernd, Stickstoff als Nitrat gegeben wirkte ebenfalls günstig, da die Knöllchen bei der Mehrzahl dieser Pflanzen nur schwach entwickelt waren. Es ergab sich, dass besonders bei reicher Volldüngung die Karpophore im allgemeinen viel weniger weit

eindrangen als sonst (1 - 2 cm gegen sonst 6 - 8). Ganz liess sich die Karpophorbildung nie unterdrücken, doch gelang es bei Entfernung der meisten Karpophore, die übrigen nach einem Wachstum von 1,5 cm zur Fruchtbildung auch oberirdisch zu bringen. Da an diesen Kulturen die Blüten, wie oben schon erwähnt, sehr basal u. gehäuft standen, lagerten diese Früchte, infolge ihres Gewichtes herabgebogen, schliesslich mit ihrem unteren Vorderende am Boden, doch erst zu einer Zeit, wo die Fruchtwand für eine Aufnahme von Stoffen nicht mehr inbetracht kam. Unreif waren sie oberseits stark ergrünt.

Es erübrigt noch ein kurzer Vergleich mit andern geokarpen Pflanzen, besonders Leguminosen. Mit den ziemlich zahlreichen amphikarpen Leguminosen ist die Ähnlichkeit nicht sehr gross, denn *Arachis* hat im wesentlichen nur einerlei Blüten, wenn diese auch manchmal unterirdisch stehen und geschlossen bleiben können. Aber sie besitzt einen ganz auffallenden Mechanismus, die werdenden Früchte in die Erde zu schieben, während bei jenen die Früchte annähernd dort sich entwickeln, wo die Blüte sass. *Arachis* kann ferner normal die Früchte nur innerhalb des Bodens entwickeln. Überraschend ähnlich verhält sich die systematisch ziemlich entfernte *Kerstingiella macrocarpa (Phaseoleae)*, die ebenfalls Gynophore besitzt, deren Früchte nach THENNE aber auch oberirdisch reifen können. *Voandzeia subterranea*, der vorigen habituell sehr ähnlich, schiebt bereits die Blütenknospen an stark positiv geotropem Stiel in die Erde. Trotzdem führen auch hier die Blütenstiele noch Bewegungen aus, zwecklose wie VAN DER WOLK wohl mit Recht annimmt, oberirdisch bleiben die Früchte klein, Bodenauszug wirkt wie bei *Arachis*. *Trifolium subterraneum* zeigt deutlich eine Weiterbildung von Eigenschaften, die schon bei nicht geokarpen *Trifolium*-Arten auftreten. Der Versuch ergab, dass die eindringenden jungen Köpfchen vermittels ihrer Behaarung absorptionsfähig sind, aber anderseits, dass in sterilem Sand, in Wasser und Nährlösung, schliesslich auch in Luft, sowohl im Hellen wie Dunklem, die Samen ausgebildet werden. DARWIN gibt an, dass oberirdische Köpfchen viel spärlicher fruchteten, nach THENNE ist lediglich das Durchschnittsgewicht der Samen um 30% niedriger, was wohl z.T. auf niedrigerem Wassergehalt beruhen wird. Ich erhielt unter allen angeführten Verhältnissen keimfähige Samen von ziemlich gleicher Grösse, doch lagen infolge der sehr ungünstigen Witterung im Jahre 1922 abnorme Verhältnisse vor, womit es wohl zusammenhängt, dass von beiden Samen, oberirdisch wie unterirdisch entstandenen, nur etwa ein Drittel keimte. Die Vermutung, dass es sich um Dunkelkeimer handle und damit wenigstens eine teleologische Erklärung der Geokarpie gegeben sei, erwies sich hier wie bei *Arachis* als irrig. Wir sehen also, dass *Arachis* inbezug auf Geokarpie ein einzigartiges Extrem darstellt.

Ungelöst ist die Frage, wie die aufgenommenen Mineralstoffe in den Stoffwechsel eingreifen und warum sie normal nicht von der Wurzel her genügend zugeleitet werden sollten, da es sich doch nicht um allzu grosse Mengen handelt. Es hat freilich, wie oben gezeigt und wie auch VAN DER WOLK hervorhebt, den Anschein, als ob tatsächlich eine fortgesetzte Zufuhr dieser Stoffe, mithin eine Ernährung im eigentlichen Sinn des Wortes, nötig sei. Es war nun von Interesse, in einem ganz andern Fall in mancher Hinsicht auffallend ähnliche Verhältnisse zu finden. LINSBAUER fand anlässlich einer Untersuchung über eine in Südtirol aufgetretene Apfelerkrankung, dass "es das Kali ist, dem ein entscheidender Einfluss auf die normale Fruchtbildung zukommt, ein Schluss, der auch mit den in andern Fällen gemachten Wahrnehmungen der formativen Wirkung des Kalium-Ions übereinstimmt". Weiter ergab sich, dass nicht direkt Mangel an Kali im Boden die Schuld trug, dass der Schaden durch Kalidüngung nicht zu beheben war, sondern dass Mangel an Phosphorsäure die abnormen Verhältnisse der Aschenbestandteile verursachte und deshalb Düngung damit Besserung bewirkte. Das stimmt gut mit dem zusammen, was wir oben für die Wirkung des Phosphorsäure-Ions in unserm Falle fanden, nur dass hier, wo es sich ja nicht um eine Erkrankung handelt, auch das Kalium-Ion auch selbst wirksam sein kann. Ein weiteres Eindringen war auch LINSBAUER einstweilen nicht möglich. Die Tatsache, dass gerade Kali und Phosphorsäure im Spiele sind, legt die Vermutung nahe, es handle sich um die Reaktion, d.h. die Konzentration von H-Ionen in der Pflanzenzelle bzw. entscheidenden Teilen davon. Vielleicht wirkt das Kali z.T. derart, dass freie Säuren,

die bei der Einwanderung des Fettes bzw. seiner Baustoffe notwendig waren, nun bei der Ablagerung neutralisiert werden müssen. Unsere noch sehr geringen Kenntnisse gerade über den Fett-Stoffwechsel in der Pflanze lassen eine baldige Lösung nicht erwarten. R. H. SCHMIDTs Beobachtung über die leichtere Durchgangsfähigkeit von Fetten mit einem Gehalt an freien Säuren geben möglicherweise auch in unserm Fall einen Fingerzeig.

MENTHA.

Die bei uns heimischen oder verwilderten Arten der Gattung *Mentha* können inbezug auf Ausläuferbildung etwa in folgende Reihe gebracht werden:

Mentha longifolia (L.) Huds. = silvestris L. Fst nur unterirdische Ausläufer.
" *villosa Huds. (= longifolia x rotundifolia)* Unterirdische weit überwiegend.
" *arvensis L.* Ober- und unterirdische, letztere überwiegend.
" *aquatica L., rotundifolia L., Pulegium L.* Ober- uund unterirdische.

Das physiologische Verhalten der Ausläufer sollte experimentell untersucht werden.

1. *Mentha longifolia* - Fast alle Ausläufer entspringen unterirdisch und treten nie hervor. BRIQUET gibt an, bei Belichtung erfolge Ergrünen und Aufrichtung derselben. Das Experiment ergab, dass im Sommer im Zusammenhang mit der Mutterpflanze gelassene Ausläufer im Licht zwar stets ergrünten, oder sich rötlich färbten, dass jedoch eine ausgesprochene Aufrichtung nicht eintrat. Gegen Anfang des Herbstes aber gelang es, schwächere, nicht mehr stark wachsende Ausläufer durch Belichtung zu allmähliger Aufrichtung zu veranlassen. Sie wuchsen dann noch eine zeitlang schräg aufwärts weiter, trieben Laubblätter, ihre Achseltriebe stellten sich senkrecht. Als Stecklinge in die Erde gelegte Ausläuferstücke entwickelten meist ihre mittleren Seitenknospen zu aufrechten Laubtrieben, die Terminalknospe blieb zurück, wandte sich zuweilen nach oben, oder wuchs späterhin als Ausläufer weiter. Im Licht wuchs auch die Endknospe als Laubtrieb aus. Kurze Terminalstücke der Ausläufer nach Entfernung der Seitenknospen als aufrechte Stecklinge verwendet ergaben rasch aufrechte, selbständige Pflanzen.

2. *Mentha rotundifolia* - Die ausserordentlich kräftigen Pflanzen haben sowohl ober- wie unterirdische Ausläufer, welch' letztere flach in geringer Tiefe dahinstreichen. Sie haben dicke, ziemlich kurze Internodien, oberirdisch mit kleinen, derben Laubblättern, unterirdisch mit dünnen, etwas vereinfachten Schuppenblättern. Die vordringende Knospe zeigt keine besondere Anpassung an ihre Aufgabe, den Boden zu durchbrechen, die wachsende Zone ist etwa 3 - 4 cm lang, in Anbetracht der kurzen Internodien relativ ebensolang wie an aufrechten Trieben. Verdunkelung ändert die Wachstumsrichtung nicht, ebenso wenig Belichtung bisher unterirdischer, und so kommt es, dass im Freien Ausläufer ohne wesentliche Änderung (abgesehen von der vom Licht abhängigen, doch auch nicht sehr verschiedenen Erscheinungsform der Blätter) teils im, teils über dem Boden wachsen können. An unterirdischen Ausläufern wächst nur ein Teil der Seitenknospen aus und zwar der Mutteraxe ähnlich, doch bilden sich bei mechanischer Hemmung der Endknospe ganze Besen aus Seitenzweigen. An oberirdischen Ausläufern bilden sich an der Unterseite vor allem einzelne Seitenknospen als Ausläufer aus, die lateralen und oberen aber bleiben weitgehend unentwickelt meist in Form ganz kurzer, aufrechter Triebe. Aus ihnen und den Lateralknospen der unterirdischen entwickeln sich im nächsten Jahr die Laub- und Blütensprosse. Zieht man Pflanzen andauernd im temperierten Haus, so sterben im Spätherbst die aufrechten Triebe ab, die Ausläufer aber wachsen während des ganzen Winters als solche weiter, wobei die eben genannten aufrechten, zeitlich gehemmten Triebe als Assimilatoren dienen mögen. Im Frühjahr gehen daraus unter rascher Bewurzelung aufrechte Sprosse hervor (auffallenderweise im Gewächshaus und im Freien fast gleichzeitig), die mit Blüten enden. Die Ausläuferenden aber wachsen als solche weiter. Ausläufer im Zusammenhang mit der Mutterpflanze vertikal gestellt kehren in grossem Bogen langsam zur Horizontalen zurück. Grössere Ausläuferstücke abgetrennt, behalten im Ganzen ihren Charakter und lassen Seitenspros-

se als aufrechte Laubsprosse allmählig auswachsen. Kleinere Ausläuferteile als Stecklinge ergeben ziemlich rasch aufrechte Pflanzen, die später an ihrer Basis Ausläufer bilden.

Es wurde versucht, aufrechte Triebe zum Ausläufer umzustimmen. Dazu wurden etwa zur Zeit der ersten Anlage der Blüten solche Sprosse mitsamt dem Topf horizontal gelegt und

a. mit Regenwasser,
b. in mit 0,2% KNOP getränktes Sphagnum eingeführt,
c. mit Holzklammern an feucht gehaltener Erde angepresst.

In allen 3 Fällen bildeten sich rasch Wurzeln, doch richtete sich die Spitze sofort wieder auf und wuchs zunächst vegetativ ohne Blütenbildung weiter. Es wurden daher Sprosse schräg abwärts etwa 15 - 20 cm tief in Erde eingeführt, ohne sie von der Mutterpflanze zu trennen. Zunächst trat Wachstumshemmung ein, dann (nach Entfernung der stärksten am oberirdischen Teil befindlichen Seitensprosse) unter Aufkrümmung vertikaler oder doch sehr steiler Durchbruch durch die Erde unter reichlicher Bewurzelung. Nach dem Austritt aus dem Boden legten sich die Sprosse in ± scharfem Bogen der Oberfläche an und wuchsen als Ausläufer weiter. Die unterirdisch entsprungenen Seitenzweige verhielten sich ebenso, die oberirdischen nahmen Übergangscharakter mit schrägem Wuchs an. Die Umstimmung des Blütensprosses zum Ausläufer ist wohl auf den Verbrauch der organischen Stoffe beim Durchbruch durch den Boden und gleichzeitiger starker mineralischer Ernährung zurückzuführen. Nur durch Kombination der beiden gelang sie bisher.

Um Aufschluss über den Grad der Labilität der Endknospen zu erhalten, wurden solche von aufrechten Trieben auf Ausläuferenden mit Keilschnitt gepfropft und umgekehrt. Ein Teil wuchs an, blieb aber stets etwas kümmerlich. Im ersteren Fall trat sofort Aufrichtung ein, die Sprosse kamen verspätet zur Blüte. Im letzteren Fall wuchsen die Knospen stets nach einiger Zeit zum Laubspross aus, Blüten entstanden nur sehr selten, wenige und verspätet. Der Versuch zeigt, dass im ersteren Fall die Knospen zunächst ihre bisherige Stimmung auch an fremdem Ort beibehalten und dann nach Bildung von Assimilationsorganen dies auch dauernd tun, dass aber in letzterem Fall, wohl bedingt einerseits durch die Störung bei der Operation, anderseits durch die neuen Ernährungsverhältnisse eine partielle Umstimmung eintrat. Im übrigen wurde auch beobachtet, dass Sprosse, die nicht zur Blüte gelangten, in sehr feuchter Luft im Herbst deutlich gewisse Ausläufer-Merkmale annehmen (kleine Blätter, geotropische Umstimmung), ferner dass im Herbst die Enden von Laubtrieben von Hunger-Trockenkulturen nach Umlegen und starker Bewässerung nun, wenn auch recht langsam, ausläuferähnlich nach Form und Tropismus weiterwuchsen. Auch hier ist die plötzliche reichliche Versorgung eines fast erschöpften Vegetationspunktes mit Aschenbestandteilen wohl der Grund der Änderung.

Wurden Pflanzen der *Mentha rotundifolia* mit Ausläufern unter Wasser versenkt, sodass etwa das unterste Drittel der aufrechten Sprosse bedeckt war, so trat stets unter starker Hemmung der Ausläuferknospen deren Aufrichtung ein, desgleichen wuschsen Seitenknospen nun als langgliedrige, schmächtige, aufrechte Triebe aus.

3. *Mentha aquatica.* - Der Natur ihrer Ausläufer nach verhält sich die Art ähnlich wie die vorige. Angeführt seien nur einige Ergebnisse mit in Wasser versenkten Pflanzen. Wurden sehr feucht aufgezogene Pflanzen eingesenkt, z.T. so tief, dass nur noch eine Anzahl apikaler Internodien hervorragte, so behielten alle stärkeren Ausläufer ihr Wachstum bei, wuchsen sogar z.T. sehr üppig unter Bildung auffällig grosser, zarter Laubblätter schräg abwärts. Bei schwächeren Ausläufern kam besonders bei gleichzeitger Beschattung schwache Aufrichtung zustande und, im Gegensatz zu den vorigen, unter Hemmung der Terminalknospe Bildung aufrechter Achselsprosse. Der Versuch wurde zu verschiedenen Jahreszeiten angestellt. Fand das Einsenken in das Wasserbecken eines sehr warmen Gewächshauses statt, so trat stets der letztere Fall ein. Wurden Pflanzen, die möglichst trocken auf recht schlechtem Boden gezogen worden waren, eingesenkt, so hoben sich stets in scharfem Knick die Ausläuferenden, blieben einige Zeit stehen und wuchsen dann der Wasseroberfläche zu, was auch die zahlreichen nun austreibenden Seitensprosse taten. Überblicken wir das ganze, so ergibt sich, dass nur sehr kräftige Ausläufer feucht

erzogener Pflanzen das Einsenken in Wasser ohne weiteres ertragen, dass aber jede stärkere Störung der bisherigen Lebensverhältnisse im Anschluss an Wachstumshemmung Aufrichtung der Endknospe und Austreiben der aufrechten Seitenzewige zur Folge hat.

4. *Mentha piperita* (nach BRIQUET *M. viridis* x *aquatica*). - Von verschiedenen Orten stammende Zuchtpflanzen waren habituell ausserordentlich verschieden, hatten bald vorwiegend ober- bald unterirdische Ausläufer, die stets sehr stark entwickelt waren. Die Ausläufer verhalten sich im wesentlichen wie bei *M. aquatica*.

5. *M. canadensis*. - Diese etwas empfindliche Art, die ich gleich der vorigen der Güte des Herrn Prof. Dr. ROSS verdanke, zeichnet sich aus durch lückenlose Ausbildung aller Übergangsformen der Seitenäste an einer Pflanze. Aus Kopfstecklingen erzogene Pflanzen hatten unterirdische, sehr starke Ausläufer, am Boden krochen solche oberirdisch, doch dicht angepresst dahin, dann folgen schräg abwärts verlaufende Laubsprosse, die oft den Boden berühren und wurzeln, höher hinauf horizontale, dann schräg aufsteigende Seitenäste, am Ende oft vertikal aufgerichtet. Von Interesse war, dass alle diese Sprossformen mit Ausnahme der unterirdischen Ausläufer bei Verwendung als Stecklinge ± rasch zu aufrechten Pflanzen wurden, deren Basis wieder Ausläufer trieb. Die unterirdischen Ausläufer verhielten sich verschieden, waren aber auch nach Isolierung meist noch recht stabil induziert. Im Gegensatz zu dem bei *Circaea* Gefundenen treiben hier alle basalen Knoten nach kurzem Übergangsstadium zu aufrechten Pflanzen aus, was wohl vor allem in der rasch und stark einsetzenden Bewurzelung und der damit frühen Selbständigkeit des neuen Individuums beruht, dessen starkes Wachstum durch die jeweiligen Aussenverhältnisse dirigiert wird und abweichende frühere Induktion rasch überwindet.

Drei Aschenanalysen von *Mentha rotundifolia* (gesammelt am 15. VIII.) ergaben folgendes Mittel:

	Trockengewicht.	Aschengewicht
Kriechtriebe	31,5%	16,4% d. Trockengew.
Aufrechte, nicht blühende Triebe	27,9%	13,3" "
Blühende Triebe	30,6%	11,0% "

Es zeigt sich also, dass der Gehalt an Aschenbestandteilen in den Kriechtrieben relativ sehr hoch ist, da doch diesen die sonst so aschenreichen Blätter weitgehend fehlen. Der niedere Wert für die blühenden Triebe ist ebenfalls charakteristisch.

STACHYS PALUSTRIS.

Neben den Menthen fällt unter den Labiaten besonders die Gattung *Stachys* durch eine Anzahl ausläufertragender Arten auf. Untersucht wurde *Stachys palustris*, das durchaus nicht nur an sehr feuchten Standorten vorkommt. Die Ausläufertriebe weichen hier von den Lichttrieben sehr stark ab, nicht nur durch unterirdischen Ansatz und Verlauf, sondern auch durch ihre zu Schuppen reduzierten Blätter und durch ihr knöllchenförmiges Anschwellen am Ende der Vegetationszeit.

Am Licht ergrünen die Ausläufer, erheben sich aber nicht, ihre Schuppen werden zu kleinen, stark vereinfachten Laubblättchen. In Wasserkultur wuchsen die Ausläufer in grosser Zahl über 0,5 m lang aus. Die Internodienlänge nahm sehr bald nach dem Ansatz langsam ab, die Dicke zu, es findet also einigermassen ein Übergang zu den gegliederten Endanschwellungen statt:

Länge d. Intern. in mm (15 cm abgest.)	25	24	22	21	20	16	14	14	11	8	6	5	4	3	2,5	2,5	2	1,5	1
Dicke in 0,1 mm	15	15	16	16	18	19	20	21	30	35	35	40	34	30	27	24	20	16	6

Im September bildeten die Enden in der belichteten Wasserkultur tiefgrüne Knöllchen mit ziemlich ansehnlichen schuppenartigen Blättchen, während weiter basal kleine Laubblätter sassen. In dauerndem Dunkel ist abgesehen von den durchaus schuppigen Blättern das Verhalten ganz ähnlich. Der Licht-Einfluss ist also nicht erheblich. Der vierkantige Querschnitt des Ausläufers geht im Knöllchen in einen runden über, die Achselknospen entwickeln sich sehr spärlich, wenn spät direkt als sitzende Knöllchen. Auffallenderweise bleibt die steif borstige Behaarung der Lichtsprosse auch an den Kriechsprossen erhalten.

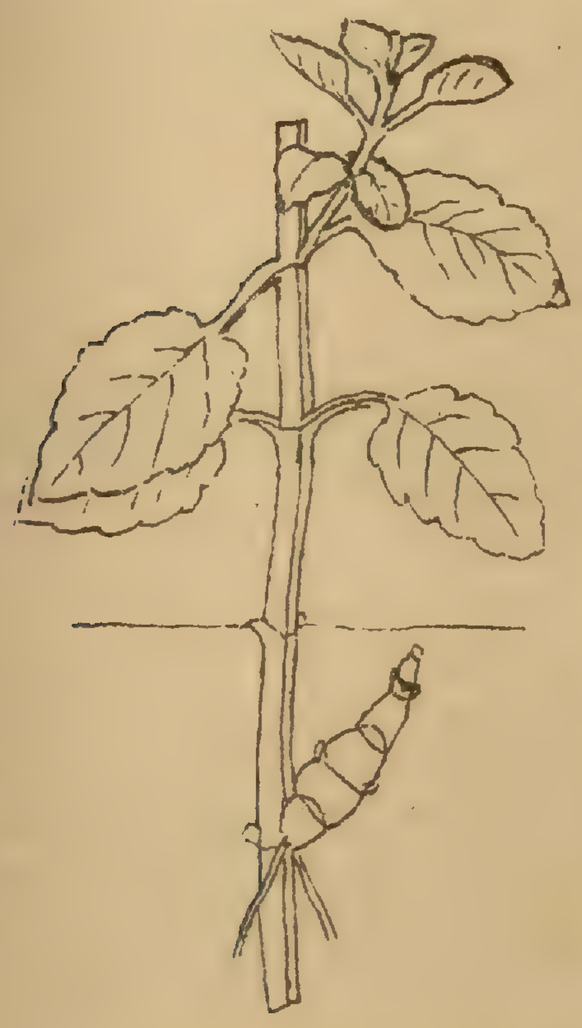


Fig. 33. *Stachys palustris*, Sprossteckling.

Stecklinge aus verschiedenen Teilen der aufrechten Sprosse im Sommer gemacht, wuchsen am oberen Teil als aufrechte Laubtriebe aus, die untern Achselknospen bildeten rasch ganz kurz gestielte konische Knöllchen, die z.T. schräg aufrecht, z.T. abwärts wuchsen (Fig. 33), Bei sehr hoch entnommenen Stecklingen wuchsen fast alle Seitenknospen als Laubtriebe aus, deren Seitenaxen oft zu rasch absteigenden Ausläufern wurden. Die Verhältnisse erinnern also stark an die bei *Circaea* gefundenen. In diesem Zusammenhang sei weiter erwähnt, dass auch bei *Symphytum tuberosum* - die oberirdischen Teile in Wasser gesteckt - in den Achseln der mittleren Stegelblätter (die unteren faulten) die sonst ruhenden Knospen zu kleinen, zunächst fast kugeligen Gebilden wurden, die auf Erde gelegt sich zu Rhizomen weiter entwickeln. Die Knöllchen von *Stachys* trieben im Gewächshaus im März und April wieder aus. In dauernder Verdunkelung in feuchter Luft ging aus der Terminalknospe sofort wieder ein typisches Gliederknöllchen hervor (Fig. 34); bei Dunkelkulturen, die rasche Bewurzelung in Erde ermöglichten, entstand ein etiolierter Spross, an dessen Seitentrieben nach kurzem Knöllchen auftraten, besonders bei wenig reichlicher Bewässerung. (Die Ergebnisse erinnern also ziemlich an die bekannten mit Kartoffeln erzielter.) Bei Kulturen am Licht fiel auf, dass die Sprosse erst nach Ausbildung eines starken Wurzelsystems wirklich aufrechte Laubsprosse machten, vorher aber mehr niederliegend wuchsen und aus ihren Achseln zahlreiche schmächtige absteigende Ausläufer hervorbrachten. Auch hier erinnern wir uns sofort an ähnliches bei *Circaea*. Die dort vorgetragenen Erklärungsversuche können auch für vorliegenden Fall angewendet werden.

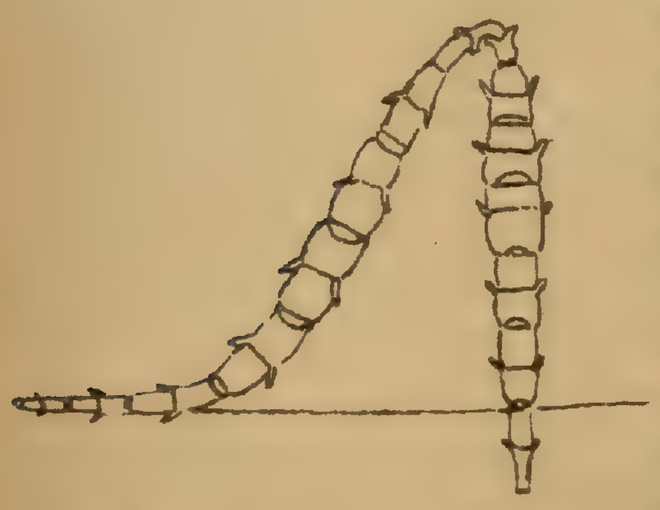


Fig. 34. *Stachys palustris*, Knöllch. im Dunkeln getrieb.

In den am Licht erzogenen Knöllchen fand sich wie normal bis gegen Ende der Vegetationsperiode keine Reservestärke u. nur wenig reduzierender Zucker. Das typische Reservematerial, die Stachyose, eine Tetrabiose, aber liess sich mit alkoholischer Kalilauge in grossen Mengen nachweisen. In den peripheren Schichten der belichteten Knöllchen traten ausserordentlich reich tiefgrüne Chloroplasten auf und in ihnen interessanterweise reichlich Stärke in kleinen Körnchen, was zeigt, dass auch bei einer Pflanze mit so abweichendem Kohlenhydrathaushalt Stärke primär in den Assimilatoren entsteht. In reifen Knöllchen fand sich dann Stärke mässig reichlich auch als Reservematerial, in belichteten relativ mehr als in unbelichteten.

ZINGIBERACEEN.

Die Rhizome der Zingiberaceen sind trotz der praktischen, insbesondere pharmazeutischen Bedeutung eines Teils derselben nur rein anatomisch vollständiger bekannt. Betrachtet man z.B. die bekannte, von ARTHUR MEYER herrührende, auch in KARSTEN-OLTMANNS Pharmakognosie übergegangene Abbildung (Fig. 39 der 2. Aufl.)

des Rhizoms von *Curcuma longa*, so wird man nicht einsehen, wie eine Pflanze mit derartiger Wachstumsweise nur einigermassen eine bestimmte Tiefenlage erhalten kann. Trotzdem ist sie im Prinzip ganz richtig, wie sich ergeben wird.

Zingiber officinale hat in jungen Exemplaren eine verhältnismässig einfache Rhizomverzweigung, indem nämlich jederseits 1 - 2 Seitenknospen der Hauptaxe ähnlich aufwärts wachsen und beiderseits Knospen tragen. Von diesen sind die jeweils untern stark gefördert ohne dass die innern immer gehemmt wären. Durch fortgesetzte Verzweigung nach diesem "exotrophen" Schema kommen dann nacheinander Schraubelartige, aufrecht im Boden stehende, ausserordentlich kompakte Systeme zustande.

Fig. 35. *Maranta arundinacea*. Austreibende Knolle.

Curcuma longa und *C. Amada* weichen insofern ab, als sich hier an der Basis der Laubtriebe eine ansehnliche, aufrechte Knolle bildet, von der in der Vertikalebene aber sonst nach allen Richtungen Seitensprosse ausstrahlen. Diese sind nun äusserlich alle ziemlich gleichartig, dicke, kurze Speicherprosse, die vornehmlich an der Unterseite ähnliche Sprosse dritten Grades entwickeln. Bleibt das ganze Gebilde ungestört liegen, so treiben nach Abschluss der Ruhezeit 1 - 2 Endknospen der primären Seitenzweige zu Laubtrieben aus und erzeugen an ihrer Basis neue Zentralknollen und zwar sind das fast stets solche aus der mittleren Region der Knolle, die von vornherein horizontal oder schwach auf- bzw. abwärts gerichtet waren, während die weiter unten sitzenden Seitensprosse ± steil aufwärts gerichtet sind, beim Austreiben der oberen ihrer Reservestoffe beraubt werden und nur selten die eine oder andere ihrer Knospen entwickeln. Die Einhaltung der Tiefenlage wird nun leicht verständlich. Dass ein so steil absteigender Ast wie in der angegebenen Zeichnung die Erneuerungsknolle erzeugt, kommt vor, ist aber nicht Regel. Treibt stets nur eine (oder doch nur ganz wenige) Seitenknospen aus, so entstehen im Prinzip schraubelige Sympodien wie bei *Hedychium* und etwas abgeändert bei *Alpinia*. Die verwandte *Maranta arundinacea* verhält sich, soweit an dem in unsern Gewächshäusern ausgepflanzten Material ersichtlich, etwas anders. Hier entwickeln sich nur basal einige Seitensprosse, dringen schräg abwärts in den Boden tiefer ein und schwellen rasch zu eigenartigen kugeligen Gebilden an, die die Ruheperiode überdauern. Hierauf entwickeln sich einzelne Knospen am oberen, dünneren Ende zu neuen, oberirdischen Pflanzen (Fig. 35).

Curcuma longa und *C. Amada* dienten zur Aufklärung einiger Fragen. Zunächst ergab sich, dass die Ruheperiode offenbar durch innere Gründe bedingt ist. Die oberirdischen Triebe sterben nach einer Assimilationsdauer von etwa einem halben Jahr ab, die Rhizome liessen sich dann während der nächsten 2 Monate nicht zum Antreiben bringen. Gegen Ende dieser Ruhezeit findet man ziemlich viel Zucker in den Knollen, der rasch verbraucht wird. Auffallenderweise erhalten sich aber die Reservestoffbehälter auch nach vollkommener Entleerung noch lange frisch, vielleicht eine Folge des reichlich vorhandenen Sekrets. Noch sehr verspätet können an ihnen einzelne Knospen als schwache Pflanzen austreiben und gleiches ist der Fall mit noch vorhandenen Augen in den Laubblattachseln vorjähriger Zentralknollen. Die Knollen sind gegen Transpiration ausgezeichnet geschützt, selbst nach 1-jährigem Aufenthalt im Trocknen und dunkeln waren sie wenig geschrumpft, sind also zum Überdauern von Trockenzeiten trefflich eingerichtet. Übrigens treiben die Knollen bei genügender Wärme mit Sicherheit auch ohne Erde und Wasser nach höchstens einem halben Jahr aus.

Es war zu untersuchen, ob die Schwerkarft das so auffällige Austreiben gerade

der unterseits entspringenden Seitenknollen dritter Ordnung bedingt. Waren an genügend jungen, kräftigen Pflanzen durch Umlegen bisher ungefähr horizontale Seitenaxen vertikal gestellt, so war der Unterschied der beiden Flanken diesbezüglich viel geringer, ebenso, wenn solche um 90° um die Längsaxe gedreht wurden. Die wenigen oberseits entspringenden bogen sich alsbald zur Horizontalen um, bis sie d. Mutterspross dicht anlagen, die waren stets schwach. Auch sonst sind Seitenaxen höherer Ordnung schwach positiv geotrop, doch wird wenigstens zunächst die Richtung durch diejenige der Mutteraxe bestimmt, von der sie annähernd senkrecht abgehen. In frei hängenden Kästen erzogene Pflanzen (Kastenboden ein weites Gitter) verhielten sich ganz ähnlich. die zu Laubtrieben sich entwickelnden, invers aus dem Gitterboden hervorschauenden Triebe wandten sich alsbald nach oben und durchdrangen die Erdschicht, die Reservesprosse aber wuchsen unbeeinflusst vom Licht nach abwärts. Aus dem Gesagten geht hervor, dass dafür die Schwerkraft allein herangezogen werden kann. Sind allerdings die Knospen bereits zu weit fortgeschritten, so gelingen die Experimente nur mehr schlecht.

Weiter war zu untersuchen, ob die normal ruhenden, sehr zahlreichen Knospen zum Austreiben befähigt sind, etwa wenn sie ± isoliert werden. Längsschnitte zeigten, dass es sich hier um wohl differenzierte Gebilde handelt, von den ausserordentlich verbreiterten Basen der Niederblätter dicht bedeckt. Es ergab sich, dass sie alle Laubsprosse bilden können, dass aber die Endknospen primärer Seitenäste dazu mit zunehmenem Alter wenig geneigt sind. Steckt man einen isolierten Rhizomast aufrecht in die Erde, so wächst bei jungen meist die Endknospe, bei älteren gewöhnlich eine oder mehrere der jüngern (selbst oberen) Seitenknospen aus. Versuche in verschiedener Lage ergaben, dass von vornherein nicht zu bestimmen ist, welche Knospe an einem Stück auswachsen wird. Einzelne Knospen mit einem Stück des Reservestoffbehälters isoliert, liefern eine ganze Pflanze.

Im Anschluss an die Rhizome mag hier auf eigenartige Bildungen hingewiesen sein, die vielfach falsch gedeutet wurden, die Brutknöllchen der *Globba*-Arten. SCHUMANNs Bearbeitung in den Natürl. Pflanzenfamilien führt von 73 *Globba*-Arten 20 als bulbillentragend an, davon 12, und zwar diejenigen, welche diese Eigenschaft am deutlichsten zeigen, aus der 31 Arten zählenden Sektion *Marantella*, während die grosse Sektion *Ceranthera* keine Bulbillen besitzt. In CURTIS' Bot. Mag. 1877 steht betr. *Globba*: and many are remarcable for bearing on the flowering panicle solid ovaries without perianth alls or ovules, which fall off and produce new plants. Obwohl EICHLER (Berl. Jahrb. I) im Jahre 1881 die Natur der Gebilde als Bulbillen mit vorwiegender Ausbildung der Wurzel als Reservestoffbehälter erkannte, wurden sie noch bis in neueste Zeit als aus kleistogamen Blüten hervorgehend u.s.w. bezeichnet. SCHUMANN meint, es sei möglich, dass die Knöspchen reduzierte Blütenanlagen seien, dass möglicherweise Blütenteile in Anlage nachweisbar seien, allerdings sicher nicht bei *Globba exobolus*, wo Bulbillen auch in den Achseln von Laubblättern auftreten. Untersucht wurde *Globba Schomburgkii Hook. fil.*

Die Axe endet hier in einen herabgebogenen Blütenstand mit winkeligen Partialinfloreszenzen in traubiger Anordnung. Unterhalb desselben ist die Axe dicht bedeckt mit etwa eiförmigen, semmelgelben, von warziger Aussenschicht (Fig. 36) überzogenen, bis 7 mm langen Körperchen, die in Achseln von brakteen-ähnlichen Blättern stehen. An der Innenseite erkennt man an diesen Gebilden am abgeflachten Ende eine dicht anliegende Sprossanlage. Was nun d. Deutung dieser Gebilde anbetrifft, so ist hervorzuheben, dass sie überhaupt nicht anstelle von Blüten entstehen, sondern von Partialblütenständen. Wenn sie für Ovarien, Früchte u.s.w. gehalten wurden, so hat dies seinen Grund wohl in zwei Umständen: Einmal treten sie, wie gesagt, bei oberflächlicher Prüfung im Blütenstand, d.h. dessen untern Teilen auf und stehen in Brakteen-Achseln, die im Ganzen spiralig nach 2/5 angeordnet sind. Obwohl diese Ornung besonders im untersten Teil keine allzu genaue ist (vor allem ist die "Knotenlänge" recht verschieden) ordnen sie sich später, offenbar mit durch den gegenseitigen Druck der stark anschwellenden Bulbillenkörper be-

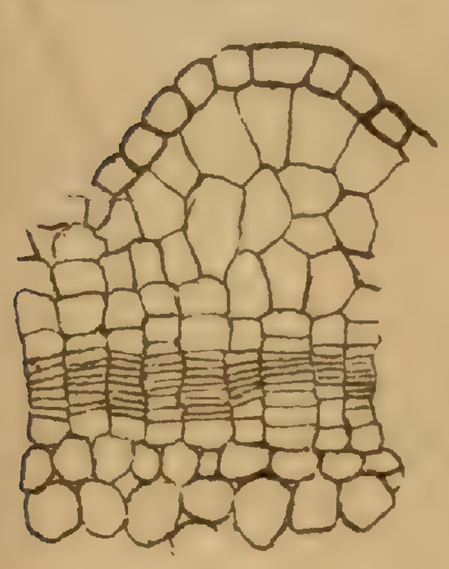


Fig. 36.

dingt, recht regelmässig an, wobei 5 schraubige Parastichen auffallen. Dann gleicht die Oberfläche tatsächlich auffällig der der Fruchtknoten, vielleicht auch der Früchte, ist borkig-zerrissen, weisslich gelb wie bei diesen. (Reife Früchte standen mir nicht zu Gebot.)

Die Entwickelungsgeschichte zeigt, dass es sich um einfache Axillarsprosse handelt, die sehr früh nach aussen einen mächtigen, als Reservestoffbehälter dienenden Wurzelkörper entwickeln, an dem innerhalb von zahlreichen Niederblattscheiden die Stammknospe ansitzt (Fig. 37). Das Vorblatt des Seitensprosses deckt sie zu, ist von langen Borsten dicht bedeckt und hat oftmals eine ziemlich entwickelte Achselknospe. Untersucht man eine blühende Pflanze weiter, so findet man, dass nicht nur im sogenannten Blütenstand in Brakteenachseln, sondern in den Achseln der Laubblätter bis hinab zur Basis solche Knöllchen auftreten, hier allerdings durch die Raumverhältnisse bedingt sehr schmal und hoch entwickelt (Fig. 38), oft aber auch das Tragblatt am Rücken sprengend. Betrachtet man die vegetative Verzweigung der Pflanze, so sieht man, dass die aus Niederblattachseln entspringenden Seitenäste sehr früh eine seitliche Wurzel stark ausbilden und dann in die Höhe wachsen (Fig. 39). Damit ist gezeigt, dass die Knöllchen nichts weiter sind als eigenartige Umbildungen der gewöhnlichen vegetativen Verzweigung, mit dieser lückenlos verbunden. Auffallend ist, dass hier die vegetative Verzweigung am Spross bis in eine Region vordringt, in der der Vegetaionspunkt bereits aus der Distichie zur Fünfzeiligkeit und Hochblattbildung übergegangen ist.

Fig. 37. Junges Knöllchen im Längsschnitt. W = Anlage der Speicherwurzel.

An jüngeren und schwächeren Pflanzen endet die Bulbillenähre mit äusserlich kaum sichtbaren, sehr unentwickelten Anlagen eines Blütenstandes, der nicht zur Entwickelung kommt, selbst dann nicht, wenn man alle Knöllchen möglichst zeitig entfernt. *Globba marantina* soll nach SCHUMANN überhaupt nie fertile Blüten bilden. Bei *Gl. Schomburgkii* wurden nie Früchte erzielt, auch an dem wenigen Herbarmaterial keine solchen gesehen. Bei dieser Art ist twischen Bulbillenregion und Blütenstand kein grosser Zwischenraum, wie dies bei *Gl. timorensis* der Fall zu sein scheint. Dass die beiden Regionen überhaupt nicht sehr scharf abgegrenzt sind, ergibt sich aus der Tatsache, dass gar nicht selten noch oberhalb der

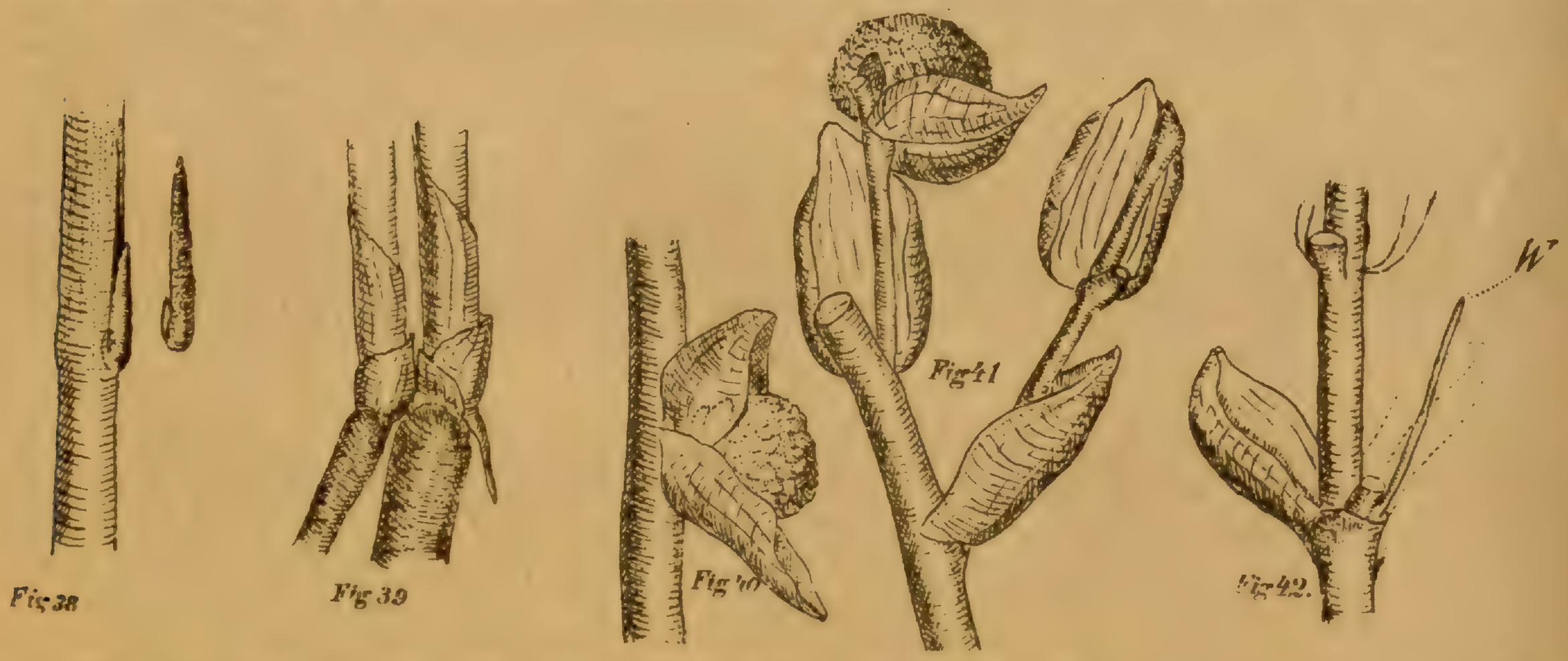


Fig. 38 - 42. *Globba Schomburghii*. 38. Knöllchen i. d. Achsel v. Laubblättern. 39. Verzweigung a. d. Basis. 40, 41. Knöllchen im Blütenstand. 42. Abnorm im Blütenstand entsprungene Wurzel W.

der untersten Partialblütenstände einzelne typische Bulbillen an der Hauptaxe auftreten. Bemerkenswert dabei ist, dass in jedem solchen Fall der Ansatz von Bulbillentragblatt und nächst oberem oder unterem Partialblütenstand nahezu auf gleicher Höhe standen, was auf eine Störung in der Tätigkeit des Vegetationspunktes hinweist, dass ferner ersteres sich mit seiner grünen Farbe auffallend von den rasch gelb werdenden eigentlichen Brakteen unterschied. An Stelle von Einzelblüten oder in den apikalen Blütenstandsteilen fanden sich Bulbillen nie, auch experimentell konnten sie nicht hervorgerufen werden.

Gelegentlich treten noch eigenartige Ausbildungsformen spontan auf. Ein Knöllchen kann z.B. an Stelle der oberen Teile einer Partialinfloreszenz sitzen (Fig. 41), nach dem deren Hauptaxe noch den ersten Knoten mit einer einzelnen Blüte abschloss; das Vorblatt des Knöllchensprosses kann brakteenartig ausgebildet sein (Fig. 40); in der Achsel eines Tragblattes einer Partialinfloreszenz kann zwischen dieser und Tragblatt eine dünne Wurzel entspringen (Fig. 42). - In letzterem Fall ist anscheinend noch im letzten Augenblick, nachdem bereits die Wurzelanlage eines Bulbillensprosses erfolgt, dessen Vegetationspunkt doch noch in die Bahn seiner "normalen" Ausbildung als Partialinfloreszenz zurückgelenkt worden.

Die reifen Bulbillen machen eine Ruhezeit durch oder besser gesagt, deren Sprossvegetationspunkt. In feuchter Luft bemerkt man auch an noch nicht abgefallenen Pflanzen ziemlich zahlreich kleine, weisse Nebenwurzeln aus der Borke des Reservestoffbehälters hervorgehen. Verdunkelt man die Bulbillenregion in feuchter Luft oder bedeckt man sie mit Erde, so wächst das distale Bulbillenende ohne Pause zu einer mehrere cm langen Wurzel aus, während der Spross stille steht (Fig. 43). Lässt man an kräftigen Pflanzen nur einige wenige Bulbillen stehen, so werden diese merklich grösser, ihre Achselknospen entwickeln sich weiter als normal, besonders die unterste, aber weiter kommen sie nicht. Der Versuch, die Knöllchen vorzeitig anzutreiben, gelang nur sehr teilweise; z.B. Erwärmen in Wasser von 40 - 45° oder Abkühlen auf + 3° (je auf 12 bzw. 24 Stunden) schädigte viele, die Überlebenden trieben aber etwa nach 2 Wochen bereits zur Hälfte aus, während das bei nicht vorbehandelten nur ganz selten, meist erst nach 3 Monaten eintrat. Dagegen sind die Bulbillen trotz ihrer relativ sehr wenig geschützt liegenden Stammknospe gegen Austrocknen sehr resistent und ertragen im trockenen, eingeschrumpftem Zustand noch Temperaturen von -5°. Solche 15 Monate völlig trocken aufbewahrte Bulbillen trieben nach Aufweichen in lauem Wasser schon nach wenigen Tagen fast ausnahmslos an. Sie stellen also ein ausgezeichnetes, gegen Trockenheit widerstandsfähiges Material für vegetative Verbreitung dar. Die jungen Pflanzen schreiten sehr bald zur Entwickelung von Seitensprossen an ihrer Basis, die gleichfalls Bulbillennatur besitzen. In ausgesprochenem Masse war dies der Fall bei einer Anzahl aus Siam stammender etwa 8 cm hoher Pflänzchen, die übrigens terminal eine lockere, wenigglie drige Bulbillenreihe besassen.

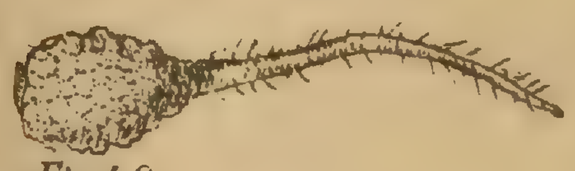


Fig 43

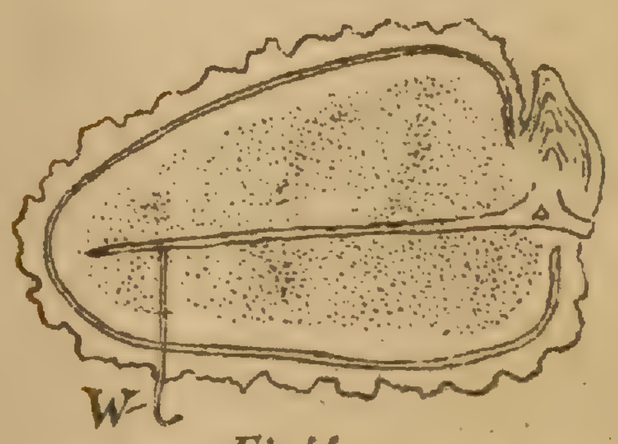


Fig44

Fig. 43 - 44. *Globba Schomburghii*. 43. Knöllchen m. im Dunkeln ausgew. Wurzel, 44. Knöllchen im Längsschnitt, W = Seitenwurzel.(- Fig. 36, p. 241 Korkbildung des Knöllchens.)

Wir haben hier einen merkwürdigen Fall vegetativer Verbreitung im Jugdenzustand vor uns. Übrigens können an noch kaum ausgetriebenen Bulbillensprossen noch an der Mutteraxe selbst sekundäre Bulbillen auftreten.

Was die Anatomie der Bulbillen anbelangt, so sei hier nur erwähnt, dass von Bulbillenansatz und Sprossanlage ein gerader Leitstrang zum distalen Ende führt (Fig. 37), von dem senkrecht ziemlich zahlreich dünne Seitenstränge abzweigen; dass das Speichergewebe rings un denselben, doch nicht in der Peripherie, dicht mit mit Stärke erfüllt ist; dass eine eigenartig zerrissene, ziemlich schwach verkorkte "Borke" den ganzen Körper mit Ausnahme des vom Vorblatt geschützten Vegetationspunkts umgibt, auch an der Stelle, wo man die Wurzelhaube erwarten sollte. Diese

ist beim Durchbruch der exogenen Anlage der Speicherwurzel wohl zu erkennen, desgleichen beim Auswachsen des distalen Endes. *Globba Schomburgkii* und Verwandte stellt also einen Fall dar, wo im Gegensatz zu andern Zingiberaceen, die freilich z.T. auch ihren "radices filipendulae" biologisch ähnliches besitzen, spindelig verdickte, sehr frühzeitig entwickelte Wurzeln als Reservestoffbehälter wirken, was Ausgangspunkt für die äusserlich so auffällige vegetative Vermehrungsart wurde, die anscheinend bei verschiedenen Arten die so hochkomplizierten Blüten weitgehend funktionell ersetzt. Ferner haben wir hier ein schönes Beispiel, wie umgekehrt zu den früher behandelten geophilen Sprossen ein normal geophiles Organ unter teilweiser Aufgabe dieser Eigenschaft in den Dienst einer besonderen Aufgabe getreten ist. Ein ähnliches Verhalten soll endlich zum Schluss noch angeführt werden, wobei allerdings die Funktion, das heisst die etwaige Bedeutung im Leben der Pflanze, nicht sicher gestellt ist.

IPOMOEA BATATAS.

An den spiralig beblätterten Sprossen entstehen unterhalb des Blattgrundes 2 Reihen von Wurzeln. Sie bleiben in der Luft fast unverzweigt, entwickeln auch im Boden erst in ziemlichen Tiefen fiedrige Seitenwurzeln. Wurden derartige Wurzeln

Fig45 *Fig46*

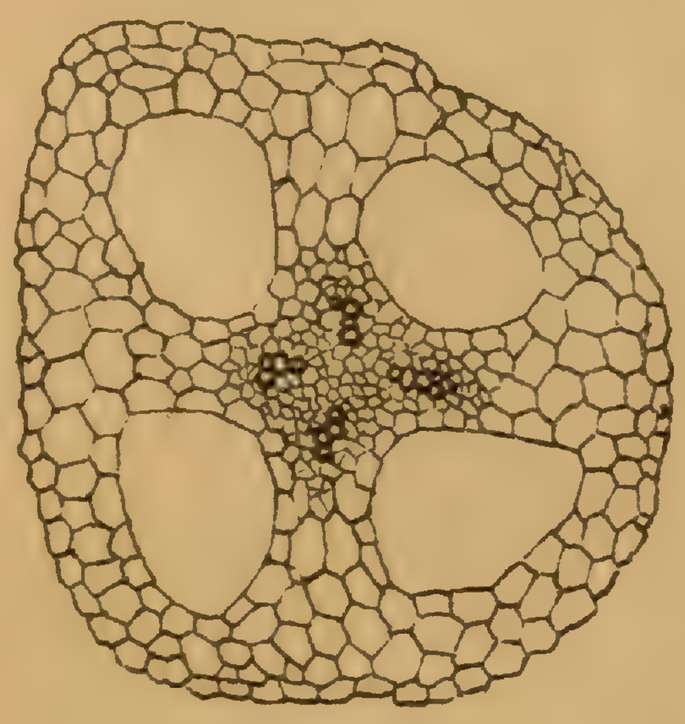


Fig47

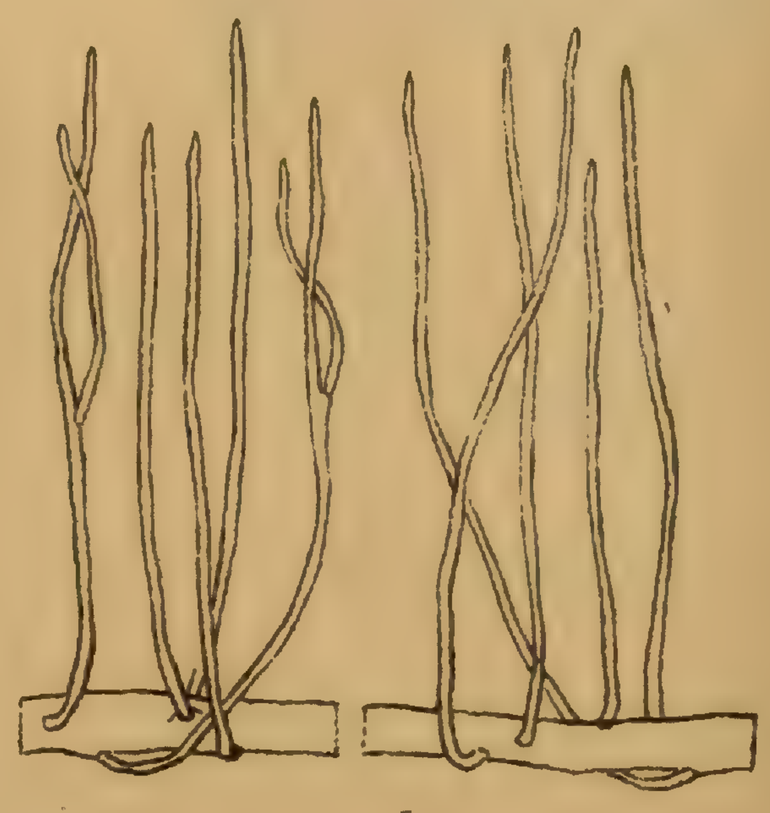


Fig48

Fig. 45 - 48 *Ipomoea Batatas.* 45. Aufrechte Wurzel im Längsschnitt; 46. desgl. Spitze; 47. desgl. Querschnitt; 48. Aufrechte Seitenwurzeln.

gezwungen, in der sehr dünnen Erdschicht eines flachen Beckens, das bis etwa über die Erdoberfläche mit Wasser gefüllt wurde, zu wachsen, so ergrünten die horizontal streichenden Wurzeln, soweit sie belichtet waren. Es entstanden an ihnen, wie auch an den langen, weissen Wurzeln innerhalb des Bodens, zahlreiche kurze Seitenwurzeln, die sich senkrecht nach oben wandten, selbst dann, wenn sie unterseits entsprangen. Sie wurden bis 4 cm lang, blieben unverzweigt, grün und stellten dann ihr Wachstum ein. Der Querschnitt zeigte, dass 4 weite Interzellulargänge in der Rinde auftraten, von denen an normalen Wurzeln nichts zu sehen war. In Wasserkultur hell unterblieb Verzweigung fast ganz, im Dunkeln entstanden viele lange, dünne Seitenwurzeln, die abwärts wuchsen. Bei im Schlamm kriechenden Wurzeln bildeten sich jene aufrechten Wurzeln auch im Dunkeln. Dem Bau nach könnten sie wohl als "Atemwurzeln" dienen und in der Tat machten sie in ihrer Gesamtheit ganz den Eindruck eines ziemlich dichten Bestands von solchen, erinnernd an das bekannte Beispiel von *Sonneratia* im kleinen. Was diese eigenartigen Bildungen veranlasst, war nicht zu ermitteln, vielleicht der Sauerstoffmangel des Substrats, vielleicht Zersetzungsprodukte in demselben. In reinem Wasser traten sie, wie gesagt, nicht auf.

Übrigens können unter den genannten Bedingungen auch Erdwurzeln sich ebenso verhalten (Fig. 45 - 48).

Der Fall ist von Interesse weil

1. aufrechte Wurzeln nur selten auftreten (Pneumatophoren von Mangrove-Pflanzen, *Jussieua*, Nestwurzeln von *Gramatophyllum* u. a. epiphytischen Orchideen, Wurzeln an Knöllchen von *Gagnepainia*, Wurzeln von *Anthericum triflorum*, vielleicht auch "Korallenwurzeln" von Cycadeen),

2. hier pneumatophorenähnliche Gebilde ausnahmsweise auftreten, während sie normal offenbar fehlen, und zwar unter Umständen, die sie als zweckmässig erscheinen lassen und auch bei andern Pneumatophor-Wurzeln gegeben sind.

Es sei noch angeführt, dass die normal runden Sprosse der Pflanze recht häufig Bandform annehmen, ohne dass damit die Anatomie wesentlich geändert wäre. Der Vegetationspunkt erscheint dann als schmales, bis 5 mm langes, 0,2 - 0,3 mm breites Gebilde, an dem kaum noch schwache Andeutung der ursprünglichen Blattstellung zu erkennen ist. Diese Sprosse können gewissermassen als Vorstufe zu den eigenartigen Lianenformen mancher Convolvulaceen-Stämme aufgefasst werden.

LÄNGENWACHSTUM UND TIEFENLAGE.

In eine allgemeine Besprechung der Gestaltung und Bedeutung geophiler Organe soll hier nicht eingetreten werden. Man vergleiche hierüber GOEBEL, Organographie und NEGER, Biologie. Nur auf zwei Punkte soll hingewiesen werden.

Die offenbar zweckmässige Kürze der Streckungszone der Wurzeln findet sich bei einzelnen geophilen Sprossorganen wieder. Allein es handelt sich hier z.T. um Formen, die von der normalen Sprossgestalt ausserordentlich stark abweichen, wie etwa die Ausläufer von *Tulipa*, die Karpophore von *Arachis*, die Ausläufer von *Hermi-nium*, meist Organe, die mit interkalarem Meristem wachsen, während die Spitze von zeitweilig ruhenden Organen eingenommen wird. Sie sind deshalb mit den Wurzeln nicht direkt zu vergleichen, wenn auch diese in der Wurzelhaube apikal ein Dauergewebe voranstellen. Die Kürze der Wachstumszone ist also nur eines der auffallenden Charaktere dieser Gebilde und deshalb kann man diese Eigenschaft nicht schlechthin als zweckmässige Abänderung des gewöhnlichen Sprosswachstums ansehen. Bei *Mantha*-Arten ist der Streckungsmodus typischer ober- wie unterirdischer Stolonen gleich, die relative Kürze der Wachstumszone im Vergleich mit den aufrechten Sprossen hängt mit der relativen Kürze der stark verdickten Internodien zusammen. In beiden Fällen streckt sich spätestens das vierte Internodium nach der Knospe nicht mehr. Eine auffallende Anpassung der unterirdischen Teile ist nicht vorhanden. Bei den oberirdischen Stolonen der *Fragaria*-Arten ist die Streckungszone sehr lang. Bei *Potamogeton coloratus*, dessen Sympodiumaxe entweder in ganz lockerem Schlamm flach kriecht oder ausserhalb des Substrats frei im Wasser wächst, wurde die Wachstumsverteilung folgendermassen gefunden: Wenn ein neues Sympodienglied aus dem Knospenstadium heraus sich zu strecken beginnt, so ist das vorhergehende fast ausgewachsen, das neue Glied streckt sich in seiner ganzen Länge selbst wenn es schon mehrere cm lang ist, später stark nur mehr im apikalen Teil. Die wachsende Zone ist demgemäss anfangs ganz kurz, dann ziemlich lang, eine besondere Anpassung an unterirdisches Wachstum ist nicht vorhanden, vielleicht auch hier nicht notwendig. Andere *Potamogeton*-Arten verhalten sich ähnlich. Es sei bemerkt, dass der Sympodien-Aufbau hier äusserst regelmässig ist. In der Achsel jedes zweiten, bei der Distichie stets nach unten gewandten Blattes der Sympodien-Axe entsteht ein neues Sympodienglied, durch Umdrehen der Axe lässt sich die Dorsiventralität nicht stören, sondern es treten Torsionen ein. Von Interesse ist auch der starke Gegensatz zwischen aufrechter, grossblättriger relativer Hauptaxe und horizontal kriechender, eventuell im Wasser frei hängender Sympodienaxe, die nur Schuppenblätter trägt. Diese Gestaltung erhält sich auch bei voller Belichtung des ganzen Systems. Eine auffällig kurze Wachstumszone unterirdischer, beblätterter Sprosse besitzt *Adoxa*, und zwar als ausgeprägte, zum mindesten jetzt innerlich bedingte Eigenart, über deren Genesis kaum etwas sicheres zu sagen ist, zumal es hier an verwandtem Vergleichsmaterial fehlt. Obwohl eine grössere Anzahl von Arten untersucht wurde,

fand sich wirklich auffällige Kürze der Streckungszone unterirdischer Organe gegenüber vergleichbaren oberirdischen kaum je, wenn man nur die sonstigen Verhältnisse, wie absolute Grösse (*Herminium*), Internodienlänge u.s.w. berücksichtigt.

Nebenbei wurde auch auf die alte, sehr schwierige Frage der Einstellung einer bestimmten Tiefenlage geachtet. Bei *Tussilago Farfara* z.B., desgleichen bei *Mentha silvestris* mit ihren unterirdischen Ausläufern wurde bei Pflanzung in sehr steile Böschung bzw. schief gestellte Kästen die Einhaltung einer nur einigermassen konstanten Tiefenlage nicht beobachtet, sondern die Ausläufer hatten absolut genommen ziemlich gleiche Richtung wie bei horizontalem Boden, drangen daher einerseits sehr tief unter die jeweilige Oberfläche ein, stiegen anderseits bis zu dieser heran, kamen ans Licht und erlitten hier Umstimmung. Für die Auffassung, der ± grosse Verbrauch von Reservestoffen für den Durchbruch des Bodens, je nach dessen Tiefe, bewirke die Wachstumsrichtung der unterirdischen Organe, ergaben sich keine Anhaltspunkte. Die Entfernung des grössten Teils der Reservestoffbehälter z.B. bei *Tulipa*, *Adoxa* u.s.w. war auf die Richtung der Ausläufer ohne Einfluss. Es müssen also komplizierte Korrelationen noch unbekannter Art zwischen ober- und unterirdischen Teilen vorliegen oder die übrigens oft nicht allzu genaue Einhaltung einer bestimmten Tiefe ist begründet in den verschiedenen Eigenschaften übereinander liegender Bodenschichten betr. Wärme, Feuchtigkeit, Bodengase u.s.w., deren Gradient als Reiz-Anlass wirken könnte.

ZUSAMMENFASSUNG.

1. *Stellaria nemorum*. - a. Die normale Form vegetativer Seitensprosse ist die von Ausläufern; deren typische Ausbildung ist nicht an extreme Feuchtigkeit und Licht-Armut gebunden.

b. Die Ausläufer wachsen bei möglichster Ausschaltung der ungünstigen winterlichen Verhältnisse sehr lange (vielleicht unbegrenzt) als solche fort, wenn auch eine, wohl z.T. in innerlicher Periodizität begründete winterliche Wachstumshemmung eintritt, mit der auch die Gestaltung etwas beeinflusst wird.

c. Die hibernakelähnlichen Überwinterungszustände entstehen an den älteren Ausläufern durch Veränderung der bisherigen, dem Wachstum günstigen Faktoren im Sinne einer Hemmung derselben. Die Hibernakeln weichen gestaltlich von den Ausläufern nicht allzu sehr ab.

d. Von der Mutterpflanze abgetrennte Ausläufer wachsen als solche meist weiter, Stücke davon als Stecklinge verwendet, ergeben halb aufrechte oder kurze aufrechte Pflanzen, an deren Basis alsbald wieder Ausläuferbildung einsetzt.

e. Die Spirotrophie der Knospen ist auch an den plagiotropen Zweigen extrem ausgebildet und, wie danach schon zu erwarten, experimentell sehr schwer beeinflussbar.

f. Die Ausläufer erfahren aus vorwiegend innern Gründen mit zunehmenden Alter eine Umstimmung, indem der anfängliche Plagiotropismus, der im Dunkeln in negativen umschlägt, einem auffallenden, fast atropistischen Verhalten platz macht, während gleichzeitig die Neigung zur Hibernakelbildung steigt.

g. Wahrscheinlich ist das wenigstens teilweise kausal bedingt durch relative Zunahme der Assimilate den Aschenbestandteilen gegenüber.

2. *Circaea*. - a. Das von DOSTAL nachgewiesene verschiedene Verhalten der Achselknospen je nach ihrer Stellung am Spross wurde bestätigt. Zur Erklärung dieser und ähnlicher Erscheinungen musste aber eine gewisse Stimmung der Knospen von Anfang an herangezogen werden, die ihren Grund in der jeweiligen, durch die verschiedene Stellung an der Pflanze bedingten, innern Bedingungen hat. *Circaea* ist ein ausgezeichnetes Beispiel für die von MOLISCH als Topophysis bezeichnete Erscheinung.

b. Eine stabile Induktion von Seitenknospen findet aber nicht statt, denn experimentell gelangen zahlreiche Umstimmungen. Die Serialknospen sind in besonders hohem Grade zur Ausläuferbildung geneigt.

c. Die Vorgänge beim vorzeitigen Austreiben lassen sich am besten verstehen bei Annahme einer umfassenden Aktivierung der Reservestoffe bei noch nicht hinreichender Umstimmung bzw. Wachstumsgeneigtheit der Endknospe.

d. Der Entwickelungszyklus ganzer Pflanzen läuft auch unter recht verschiedenen Umweltsbedingungen recht ähnlich ab, d.h. die fortschreitende Änderung der innern Bedingungen am Vegetationspunkt erfolgt auch dann weitgehend gleichsinnig.

e. Am Licht behalten die Ausläufer ihre Form bei, nur die Blätter werden dabei zu kleinen Laubblättern.

3. *Adoxa*. - a. Die anscheinend so stabile zweiaxige Ausbildungsform der vegetativen Teile erwies sich in mancher Beziehung als stark beeinflussbar, vor allem die Sprossfolge, weniger die Blätter.

b. Die periodischen Erscheinungen liessen sich experimentell weitgehend beeinflussen.

c. Die von STAHL erkannte antreibende Wirkung des Lichtes auf Knöllchen klingt mit deren zumehmendem Alter rasch ab und war trotz vielen Versuchen anderweitig nicht ersetzbar. Die geotropische Umstimmung durch Licht lässt sich einstweilen kausal nicht voll verständlich machen.

d. Die Rhizome erwiesen sich in jeder Beziehung als nicht dorsiventral, der Ort der stets nur in Einzahl auftretenden Wurzel wird durch die Schwerkraft bestimmt.

e. Die rote Färbung noch unbelichteter Blätter beruht grösstenteils auf dem Auftreten zahlreicher, sehr kleiner Carotinkristalle in den sonst noch bleichen Chloroplasten, die auch nach Ergrünung erhalten bleiben. Die Rhizome ergrünen am Licht intensiv und liefern ausgezeichnete Beispiele für Umwandlung von Leukoplasten in Chloroplasten.

4. *Lagotis stolonifera* - Ist ein ausgezeichnetes Beispiel für die Ableitung von Ausläufern aus Blütenständen, denn alle Mittelformen kommen vor.

5. *Tulipa silvestris*. - Mit der neuerdings bestätigten Natur des Stolo als aus Blatt- und Stengelteilen zusammengesetzt wurde die Art der Regenerationsfähigkeit in Einklang gefunden, seine Streckungszone zu meist weniger als 2 cm gemessen und die Verhinderung wirklicher Zwiebelbildung am Licht ermittelt.

6. *Limnanthemum Humboldti*. - Die durch merkwürdige, ausläuferartige Blütenstände ausgezeichnete Wasserpflanze zeichnet sich durch besonderes Reproduktionsvermögen aus, sowohl der Sprosse wie der Blätter. Die Qualität der Regenerate ist weitgehend von den regenerierenden Organen abhängig, ganz unabhängig von der Höhe der "Adventivpflanze". Die äusserlich Blattstiel-ähnlichen Blütenaxen weichen inbezug auf Polarität vom normalen Verhalten ziemlich ab.

7. *Arachis hypogaea*. - Die Ausbildung der Früchte erwies sich als abhängig von der direkten Zufuhr von Aschenbestandteilen, wobei das K-Ion eine besondere Rolle spielt. Für die kausale Notwendigkeit dafür liessen sich aus dem Gesamtverhalten der Pflanze keine sichern Schlüsse ziehen.

8. *Mentha*. - Das Verhalten der auch normal recht verschiedenartigen Ausläufer war auch im Experiment recht verschieden, insbesondere was die Möglichkeit einer Umstimmung durch Licht-Entzug, Versenken in Wasser u.s.w. betrifft. Doch gelang auch Umstimmung aufrechter Sprosse zu Ausläufern.

9. *Stachys palustris*. - Die Umstimmung von Seitenknospen zu Ausläufern bzw. Reservestoffbehältern gelingt ziemlich leicht, eine Topophysis ist, wenn auch schwächer als bei *Circaea lutetiana*, vorhanden. Im Dunkeln und bei Verhinderung von Bewurzelung in Erde konnte der sofortige Übergang der Knöllchen-Terminalknospe in ein neues Knöllchen erzwungen werden.

10. *Curcuma*. - Die Rhizomform ist bedingt durch den Verzweigungsmodus und die Einwirkung der Schwerkraft. Eine Ruhezeit aus innern Gründen ist vorhanden. Die zahlreichen ruhenden Knospen der Rhizomzweige sind bei entsprechender Isolierung wachstumsfähig.

11. *Globba*. - Die Brutknöllchen der *Globba Schomburgkii* sind normale, vegetative Seitensprosse, die im Prinzip mit der gewöhnlichen Verzweigung der Pflanze übereinstimmten, mit dieser lückenlos durch Übergänge verbunden sind und sich durch frühzeitige abnorme Vergrösserung der Wurzel zum Reservestoffbehälter auszeichnen. Die Spross-Vegetationspunkte besitzen eine Ruheperiode, die experimentell verkürzt werden kann, die Wurzel wächst im Dunkeln udn bei genügender Feuchtigkeit noch leichter unmittelbar aus. Die Knöllchen sind gegen Trockenheit ausserordentlich widerstandsfähig. Mit Blüten haben die Knöllchen gar nichts zu tun.

Doch kann die vegetative Verzweigung d.h. die Knöllchenbildung auch in den Blütenstand selbst übergreifen. Diese Knöllchen stehen an der Stelle von Partialblütenständen. An jungen Pflanzen tritt sehr häufig Knöllchenbildung auf, auch an der Basis, eine ausserordentlich intensive vegetative Vermehrungsart.

12. *Ipomoea Batatas*. - Die Wurzeln können bei Wachstum in wasserdurchtränkten Schlammschichten offenbar negativ geotrope, aufrechte Seitenwurzeln bilden, deren Anatomie auf eine Funktion als Pneumatophoren hinweist.

LITERATUR-ÜBERSICHT.

BERG u. SCHMIDT, Atlas der offizinellen Pflanzen. Leipzig 1893. - DOSTAL, Zur experimentellen Morphogenesis von *Circaea* und einiger anderer Pflanzen. Flora 1911- EICHINGER, Vergleichende Entwickelungsgeschichte von *Adoxa* und *Chrysosplenium*. Diss. München 1907. - EICHLER, Über einige Infloreszenz-Bulbillen. Jahrb. bot. Gart. Berlin I (1881). - GOEBEL, Organographie d. Pflanzen, 2. ed. Jena 1913 ff. - GOEBEL, Beiträge zur Anatomie u. Physiologie d. Blattes, in Bot. Ztg. 1880. - GOEBEL, Einleitung in die experimentelle Morphologie d. Pflanzen. Leipzig und Berlin 1908. - GOEBEL, Morphologische und biologische Studien, Annales di Jardin de Buitenzorg IX (1891). - GUTTENBERG, Die Licht-Sinnesorgane von *Adoxa*, in Ber. D. bot. Ges. 1905. - HEGI, Flora v. Mitteleuropa. München. - HOOKER (Beschreibung von) *Globba Schomburgkii* in Curt. Bot. Mag. 1877. - KNY, Die physiologische Bedeutung der Haare von *Stellaria media*, in Ber. D. bot. Ges. 1909; Erwiderung darauf: J.MIESON ebenda 1910. - KINZEL, Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei d. Samenkeimung. Stuttgart 1913 - 15. - LAGERBERG, Organografiska studier ofver *Adoxa moschatellina*, Ark. f. Bot. III (1904), Ref. Bot. Zentralbl. IIC, 1905. - LIDFORSS, Über den Geotropismus einiger Frühlingspflanzen, Pringsh. Jahrb. XXXVIII (1903). - LINSBAUER, Über eine Stoffwechselerkrankung an Apfelbäumen und deren Heilung, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1922. - LOEW und KIRCHNER, Gattung *Tulipa* in "Lebensgesch. d. Blütenpfl. Mitteleuropas. Stuttgart 1914. - NEGER, Über die Bildung v. hibernakel-ähnlichen Sprossen bei *Stellaria nemorum*. Flora 1904. - REINHARDT, Kulturgeschichte der Nutzpflanzen. München 1911. - RICHTER, Beiträge zur Biologie von *Arachis hypogaea*. Diss. Breslau 1899. - RIMBACH, Aufsätze über Tiefenlage in Ber. D. bot. Ges. 1896/97 u. in Fünfstücks Beitr. 1897/98. - SAMPSON, Morphology of *Phyloglossum Drummondii*, Annals of Bot. 1922. - SCHUMANN, Zingiberaceen im "Pflanzenreich". - SOLMS-LAUBACH, Über unsere Erdbeere u. ihre Geschichte. Bot. Ztg. 1907. - STAHL, Über den Einfluss d. Lichts auf den Geotropismus einiger Pflanzen, Ber. D. bot. Ges. II. - STOCKTON-PETIT, *Arachis hypogaea*, Mem. Torr. Bot. Cl. IV (1895). - THEMME, Beiträge zur Biologie einiger geokarper Pflanzen, in Cohn's Beitr. XIII (1917). - TSCHIRCH-OESTERLE, Anatomischer Atlas. Leipzig 1904. - VAN DER WOLK, Publications sur la Physiologie végétale II. Nimège 1914. - WARMING, Underground Runners, Mém. Ac. Danm. 1918.

Navicula ventralis n. spec.

Von G. KRASSKE (Cassel).

Dadurch, dass die Beschreibung im Manuskript auf der Rückseite eines Einlagezettels stand, wurde die Art bei der Drucklegung im Bot. Archiv III. übersehen. Sie ist l.c. p. 200 Fig. 13 abgebildet und p. 197 hinter *N. variostriata* einzuschieben:

Navicula ventralis nov. spec. - Elliptisch mit vorgezogenen, breit kopfig gerundeten Enden. Längsaxe schmal, Zentralarea quadratisch, Streifen strahlend, etwa 25 in 10µ. Länge 14 - 16 µ, Breite 6µ. - Fundort: Schwarzenborner Teich (Knüll) zwischen Desmidiaceen.

Steindruck von A. Wilutzky, Königsberg Pr.

BOTANISCHES ARCHIV

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE BOTANIK.
HERAUSGEBER DR. CARL MEZ,
PROFESSOR DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT
KOENIGSBERG.

BAND IV HEFT 4. AUSGEGEBEN AM 1. OKT. 1923.

Herausgeber: Prof. Dr. Carl Mez, Königsberg Pr., Besselplatz 3 (an diese Adresse alle den Inhalt d. Zeitschrift betreffenden Zusendungen). - Verlag des Repertoriums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49 (Adresse für den Bezug der Zeitschrift). - Alle Rechte vorbehalten. Copyright 1923 by Carl Mez in Königsberg.

Plankton-Desmidiaceen.

Von PAUL SCHULZ (Danzig).

Der vollständig verregnete Sommer 1922 war der Entwickelung der Desmidiaceen wenig günstig. Die diesjährigen Aufsammlungen waren inbezug auf Individuen- und Artenzahl so dürftig, dass sie die darauf verwendeten Kosten, Zeit und Mühe nicht verlohnten.

Das gab mir Veranlassung zu einer eigehenden Beschäftigung mit meinen Plankton-Proben. Eine weitere Anregung zum Studium der Plankton-Desmidiaceen boten die klassischen Schriften der Gebrüder WEST sowie einige neuere Publikationen von Dr. PRINTZ und MÜNSTER-STRÖM. Den beiden letztgenannten Herren sei hier nochmals für die freundliche Zusendung ihrer Schriften ergebenst gedankt, desgleichen Herrn LUCKS-Danzig für die liebenswürdige Überlassung von mehr als 100 Planktonproben aus westpreussischen Seen und Moorgewässern.

Die nachfolgende Arbeit will keine Planktonstudie im gewöhnlichen Sinn des Wortes sein. Ich habe bei meinen Untersuchungen lediglich die im Plankton vorkommenden D e s m i d i a c e e n berücksichtigt und mein Haupt-Augenmerk auf die A n p a s s u n g der verschiedenen Gattungen und Arten an das Plankton-Leben gerichtet. Im zweiten Teil dieser Arbeit sollen dann noch andere für das Gebiet der Freien Stad Danzig und des benachbarten Pomerellen neue Formen kurz gewürdigt werden.

Im Phytoplankton unserer Seen, Teiche, Moorblänken und Flüsse spielen die Desmidiaceen der I n d i v i d u e n z a h l nach nur eine untergeordnete Rolle; sie verschwinden oft geradezu unter der Menge der eigentlichen Planktonten. Die Zahl der in unsern norddeutschen Seen vorkommenden A r t e n steht dagegen in

umgekehrten Verhältnis zur Individuenzahl. Es ist allerdings oft nur schwer auseinander zu halten, was als eigentlich planktonisch oder als litoral zu bezeichnen ist. Denn oft genug werden Bewohner der Uferzone durch die Wellen von ihrem Substrat losgerissen, oder sie gelangen infolge von Sauerstoff-Ausscheidung als Auftrieb an die Oberfläche und können sich unter Umständen tagelang im Wasser schwebend erhalten. Der erfahrene Beobachter wird aber diese "erratiques" (FOREL) von den eigentlichen Planktonten in den meisten Fällen auseinanderzuhalten wissen.

Soll irgend ein Organismus dauernd eine schwimmende oder schwebende Lebensweise führen, so muss er entweder spezifisch leichter oder doch nicht wesentlich schwerer als Wasser sein. Da nun Zellwand und Protoplasma der Desmidiaceen stets etwas schwerer als Wasser sind, so muss die Zelle entweder noch Stoffe enthalten, die sie spezifisch leichter machen, oder aber die Natur muss Formen schaffen, die durch Vergrösserung oder besondere Ausgestaltung ihrer Oberfläche ein Absinken verhindern.

Viele Planktonten, besonders Diatomeen, erlangen ihre Schwebfähigkeit durch Ausscheidung von Öltropfen. Bei den Desmidiaceen sind ölhaltige Assimilate mit Sicherheit nicht nachgewiesen worden. Vielleicht könnten die in jeder Desmidiaceen-Zelle vorkommenden PALLAschen Karyotide, kleine, den Chromatophoren anliegende kugelige Körnchen, als solche angesprochen werden. Die Desmidiaceen scheiden also kaum Stoffe aus, die leichter sind als Wasser. Die Plankton-Desmidiaceen erreichen ihre Schwebefähigkeit mehr durch Ausbildung sogenannter "Formwiderstände" (OSTWALD).

Nicht selten ist die S t a b f o r m . *Closterium lineatum, Cl. pronum, Cl. gracile* und ihre Varietäten werden im Plankton vieler Moorseen und im freien Wasser der Moorblänken ziemlich oft angetroffen. Die Masse dieser Stäbchen ist meist so gering, dass dadurch schon eine planktonische Lebensweise ermöglicht wird. Als ein sehr wesentliches, das Schweben begünstigendes Moment kommt noch hinzu die leichte Krümmung der Zellenden. Dadurch wird eine dauernde Vertikalstellung der Zellen verhindert. Falls sich die Zelle einmal senkrecht stellt und absinken will, wirken die gekrümmten Enden wie ein Steuer und drücken die Zelle wieder herum.

Zu dieser Gruppe von Desmidiaceen gehört das anscheinend recht seltene *Cl. idiosporum West* (vergl. SCHULZ in Bot. Arch. II (1922) p. 122, Fig. 6), das hier in einigen Moorblänken bei Seeresen mehrfach beobachtet und von KAISER s. Zt. im Plankton der alten Elbe bei Schönebeck angetroffen wurde. Eine Planktonprobe aus dem Kleinen Heidsee, dem bekannten Reservat im Heubuder Wald bei Danzig, enthielt nicht selten *Pleurotaenium Ehrenbergii var. undulatum Schaarschm. fa.*(vergl. SCHULZ, l.c. p. 125, Fig. 11), das gleichfalls dieser Gruppe zuzuzählen ist. Die Zellwand dieser Desmidie ist ausserordentlich zart, wodurch der Verbrauch an Zellstoff auf ein Minimum beschränkt und die Schwebefähigkeit indirekt erhöht wird. Die Zartheit der Zellwand geht soweit, dass es selten gelingt, ein einwandfreies Dauerpräparat herzustellen. Schon im Glycerin verliert die Zelle oft viel von ihrer zierlichen Undulation, und beim Auflegen des Deckglases geht diese meist ganz verloren. Diese Erscheinung kann auch bei andern undulierten *Pleurotaenium*-Arten beobachtet werden. Der Druck des Deckglases genügt oft, die Zelle zu strecken. Das liegt wahrscheinlich daran, dass die nach innen gerichteten Undulationsstellen eine viel zartere Membran haben als die nach aussen vorspringenden Wellen. Im Präparat erinnert dann oft nur noch die hellere oder dunklere Färbung der Membran an die einstige Undulation.

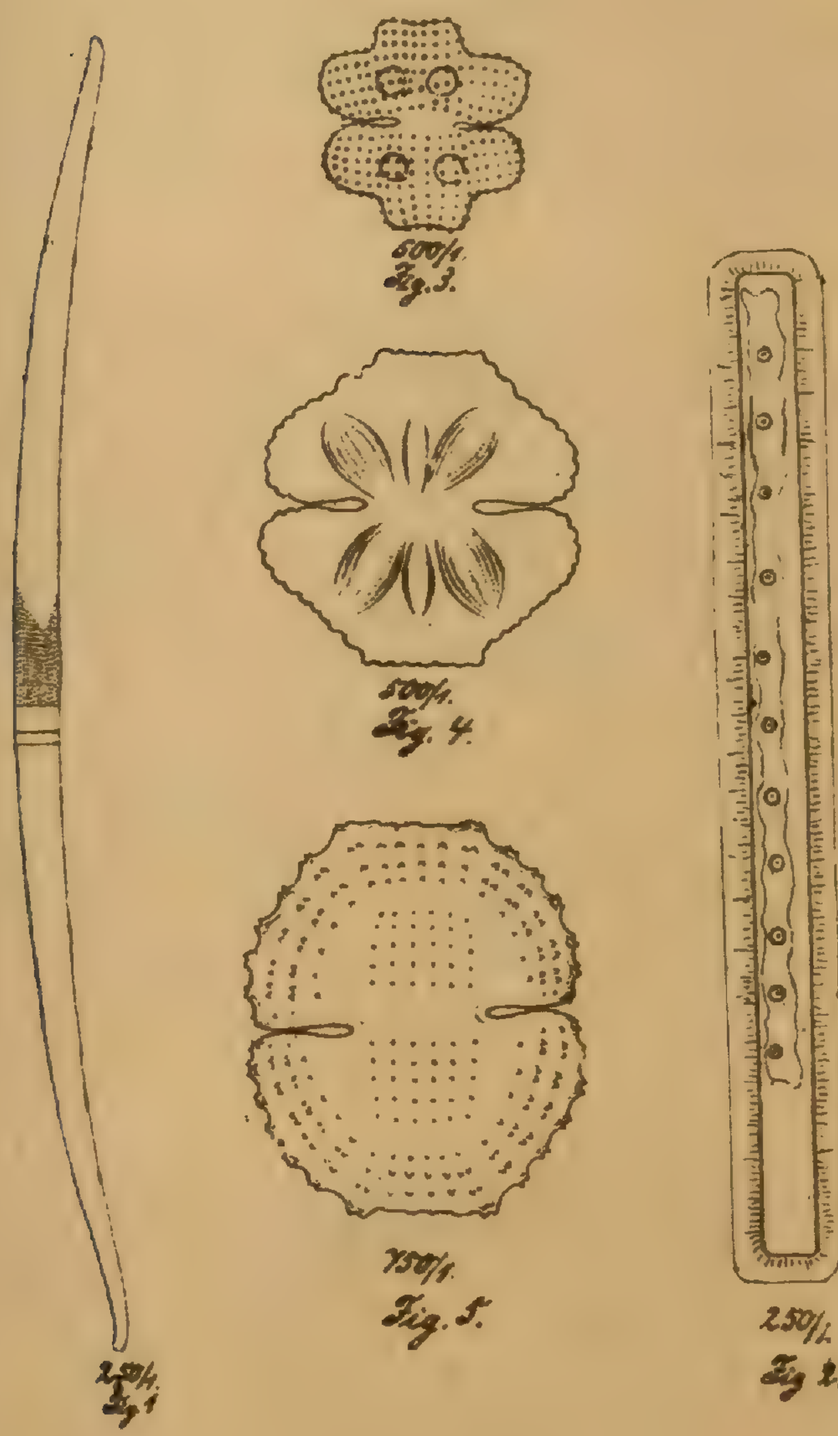
Für das Gebiet neu ist *Closterium Pritchardianum fa. B. Dick* (Desm. Südbayern in Krypt.-Forsch. Bayer. bot. Ges. München IV (1919) p. 237, Taf. XII, Fig. 4). Wahrscheinlich ist es identisch mit *Cl. Pritchardianum var. subpraelongum Grönbl.* (Finnl. Desm., Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica 47, nr. 4 (1920) p. 21/22, t. 4, Fig. 1). Die Masse sind bei beiden Autoren allerdings etwas verschieden,

nach DICK	665 - 885µ	lang,	21,5µ	breit,	Enden	4 - 6µ	breit;		
" GRÖNBLAD	540	"	24	"	"	"	6,5	"	" ;
hier	450 - 542"	"	23	"	"	"	6,5	"	" (Fig. 1).

Da die Arbeit von DICK bereits 1919 erschienen ist, hat seine Bezeichnung Prioritätsrecht. Anderseits sind aber die Formunterschiede zwischen fa. b und der Stammform so wesentlich, dass die Aufstellung einer besonderen Varietät gerecht-

fertigt erscheint. Danach wäre die Form also als *C. Pritchardianum var. subpraelongum (Dick) Grönbl.* zu benennen. Ihr Vorkommen im Plankton der Seeresener Moorblänken ist wohl nur ein zufälliges; viel häufiger tritt sie jedenfalls im *Sphagnum*-Rasen der Uferzone auf.

Zur Gruppe der stabförmigen Planktondesmidiaceen gehören endlich noch einige Spezies der Gattung *Gonatozygon*. *G. Brébissonii* ist in verschiedenen westpreussischen Seen anzutreffen. Neu für Deutschland ist *G. Kinahani (Arch.) Rbh.*, bisher aus britischen, schottischen, norwegeischen, schwedischen und kongresspolnischen Seen bekannt. Diese Desmidie (Fig. 2), die sehr leicht mit einer *Mougeotianella* verwechselt werden kann, war bis dahin von mir übersehen worden; erst nach Anwendung von Farbstoff-Reagentien bin ich auf sie aufmerksam geworden. Übrigens kann die Anwendung von Farbstoffen beim Studium von Plankton- oder Moorproben nur aufs wärmste empfohlen werden. Viele Formen und Einzelheiten, die sonst vollständig unsichtbar bleiben, treten dann erst scharf und deutlich hervor. So kommt *G. Kinahani* hier stets nur mit scharf umgrenzter Gallerthülle vor, die im innern noch deutliche Stäbchenstruktur aufweist. Nach HAUPTFLEISCH (Zellmembran und Hüllgallerte der Desmidiaceen, Diss Greifswald 1888) besteht die Gallerthülle der Desmidien in allen Fällen aus Kappen oder Prismen, die den einzelnen Gallertporen aufsitzen und seitlich meist dicht zusammenschliessen. Danach wären also die in der Gallerthülle beobachteten Stäbchen die seitlichen Grenzlinien benachbarter Gallertprismen. - Eine den Gallertprismen entsprechende polygonale Felderung der Gallertoberfläche, wie sie HAUPTFLEISCH z.B. auf Tafel I, Fig. 13 und 18, oder auf Tafel II Fig. 31, 40, 42, 50, 52 und 71 darstellt, habe ich nicht beobachten können. Die eigentliche Zellwand von *G. Kinahani* ist vollkommen glatt und farblos. Die Zell-Enden sind unwesentlich breiter als die Zellmitte, ihre Ecken kaum merklich abgestutzt. Die Chloroplasten sind axile Platten mit etwa 10 Pyrenoiden. Zellen 284 - 450µ lang, 19 - 20µ breit, Enden 20 - 21µ breit. - Zigelnosee und benachbartes Zigelnomoor.

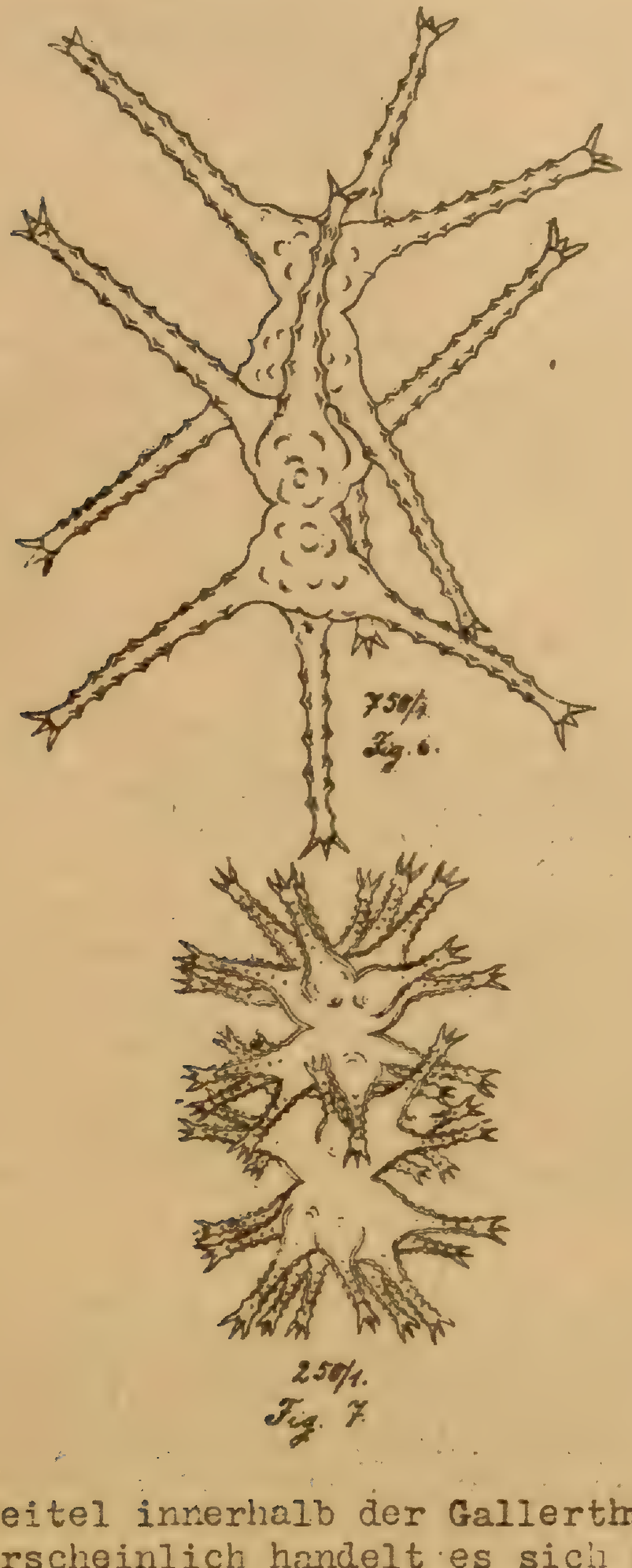


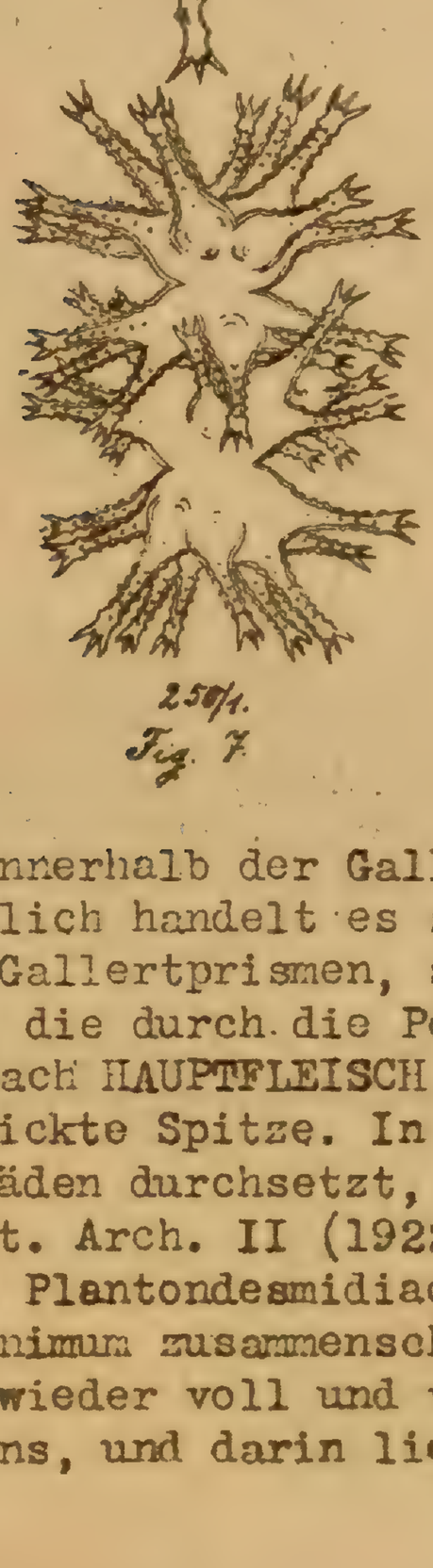
Einige wenige Plankton-Desmidiaceen gehören dem sogenannten "Diskoplankton" (OSTENFELD) an. Das sind Formen mit mehr oder weniger scheibenförmiger Gestalt, wie sie die Gattungen *Cosmarium, Euastrum* und *Micrasterias* zuweilen aufzuweisen haben. Diesem Typus gehören *Cosmarium Boeckii, C. Meneghinii, C. ochthodes, C. protractum* (Fig. 3), *C. Turpinii* nebst var. *Podolicum* (Fig. 4) und *C. formosulum* (Fig. 5) an; sie scheinen für das Plankton unserer norddeutschen Moorseen typisch zu sein. Namentlich die 3 abgebildeten Formen fehlen den benachbarten Mooren vollständig.

Am ausgeprägtesten ist die Scheibenform bei der Gattung *Micrasterias*. Trotzdem sind *Micrasterias*-Formen im Plankton nur selten anzutreffen; wahrscheinlich sind sie zu robust und deshalb spezifisch zu schwer. Eine Ausnahme machen *M. papillifera, M. radiata, M. americana* und *M. Mahabuleshwarensis var. Wallichii*; man findet sie ebenso gut im *Sphagnum*-Moor wie im Seenplankton. MÜNSTER-STRÖM fand sie in norwegischen Seen und WEST im Tanganyika-Plankton und in schottischen Seen. Hier wurden sie nur im Zigelnosee und in dem benachbarten Zigenomoor angetroffen. Sie sind durch lang ausgezogene, zierlich geteilte End- und Seitenlappen ausgezeichnet, welche die Schwebefähigkeit sicher wesentlich erhöhen.

Diese Formen leiten über zu der grossen Gruppe jener Plankton-Desmidiaceen, die durch Ausbildung mehr oder weniger zahlreicher starrer Arme, Fortsätze, Borsten und Stacheln ein Absinken verhindern. Die Gattung *Staurastrum* stellt hierzu die meisten Vertreter. Die namentliche Aufzählung der hier beobachteten Spezies dieser Gruppe erfolgt an anderer Stelle. WEST erwähnt aus britischen und schottischen Seen 25, aus dem Tanganyika-Plankton 15, aus australischem Plankton 30 solcher Formen, während M. STRÖM im norwegeischen Seenplankton etwa 40 Vertreter dieser Gruppe feststellte. OSTENFELD hat für alle diese Formen, die durch ihre zahlreichen Anhängsel an die Diatomeen-Gattung *Chaetoceras* erinnern, den Ausdruck Chaetoplankton geprägt. Einige besonders seltene und charakteristische Arten dieses Chaetoplanktons sollen im folgenden etwas eingehender behandelt werden.

Im Plankton unserer norddeutschen Seen ist *Staurastrum paradoxum var. longipes Nordst.* hin und wieder anzutreffen (Fig. 6). Es ist gekennzeichnet durch auffallend lange und schlanke Arme. Bei Teilungsstadien greifen die schräg seitwärts und aufwärts gespreizten Fortsätze übereinander und verbinden die Tochterzellen so dauerhaft, dass sie nur schwer zu trennen sind. Man kann sich leicht davon überzeugen, wenn man versucht, die Teilungsformen aus dem Wassertropfen herauszufischen. Sie lassen sich leicht mit der Fangborste herausheben, ohne sich zu trennen. Dass ein solcher Zellverband eine noch grössere Schwebefähigkeit besitzt, dürfte ohne weiteres einleuchten. Dieses *Staurastrum* ist bereits von SCHRÖDER (das Pflanzenplankton Preussischer Seen, Danzig 1900) für 6 westpreussische Seen nachgewiesen worden; ich habe es im Kelpiner See, im Zigelno-See und in einem namenlosen Bruchsee bei Kelpin wiederholt angetroffen.





Die grösste und schönste Form dieser Gruppe ist wohl *St. Arctiscon (Ehrbg.) Lund.* Seine Teilungsstadien (Fig. 7) haben grosse Ähnlichkeit mit denen von *St. paradoxum.*

Eine ausgesprochene Planktonform dieser Gruppe ist das von mir im II. Band dieser Zeitschrift p. 140 neu beschriebene *St. cyathodes var. gracile.* Neuerdings konnte ich feststellen, dass zwischen den Armen noch kugelige Gallerthüllen vorhanden sind (Fig. 8 - 10). Für gewöhnlich sind sie unsichtbar; nach Färbung mit Gentianaviolet treten sie schön und deutlich hervor. In Vorderansicht (Fig. 8) und bei schiefer Lage (Fig. 9) zeigt die eine Halbzelle am Scheitel innerhalb der Gallerthülle noch derbe Stäbchen in radialer Anordnung. Wahrscheinlich handelt es sich hier nicht um die hervortretenden Kanten sich berührender Gallertprismen, sondern um derbe, fadenförmige Fortsätze des Protoplasmakörpers, die durch die Poren der Zellwand hindurch bis in die Gallerte hineinreichen. Nach HAUPTFLEISCH haben diese Plasmafäden in vielen Fällen eine köpfchenartig verdickte Spitze. In andern Fällen sind die Gallertprismen von Büscheln feinster Fäden durchsetzt, die von den Poren- oder Plasmaknöpfchen ausstrahlen (vergl. Bot. Arch. II (1922) p. 146, Fig. 80). Anscheinend spielen die Gallerthüllen bei Plantondesmidiaceen eine grosse Rolle. Während sie beim Eintrocknen auf ein Minimum zusammenschrumpfen, saugen sie sich bei Zufuhr von Wasser augenblicklich wieder voll und vergrössern dadurch das Volumen um ein Mehrfaches des Zellvolumens, und darin liegt ihre Bedeutung für die Schwebefähigkeit der betr.

Planktonform. Andererseits sind sie gewiss auch ein Schutzmittel gegen Austrocknung, falls die Zelle einmal zufällig auf Land gerät. Das dürfte bei bewegtem Wasser recht häufig der Fall sein. Ich erinnere an die Tatsache, dass man die reichsten Algenfänge immer an der Uferseite macht, nach welcher die Wellen hintreiben. Ans Ufer geworfene Plankton-Algen mit Gallerthülle folgen den rückflutenden Wellen viel leichter als andere, weil die Adhäsion zwischen Gallerte und Wasser ausserordentlich gross ist. Bleibt die Alge trotzdem auf dem Trockenen, so hält die Gallerte das Wasser relativ lange fest; sie saugt jeden Spritzer rapide auf und erhält die Alge vielleicht solange frisch, bis eine stärkere Welle sie wieder in ihr Element zurückführt. Dass diese Überlegung zutreffend ist, wird mir jeder Präparator aus seiner Erfahrung heraus bestätigen können; denn Desmidiaceen mit Gallerthülle lssen sich nur schwer aus dem Wassertropfen herausfischen, an trockenen Stellen des Objektträgers kleben sie unangenehm fest, und endlich bringt der kleinste mit der Fangborste zugeführte Wassertropfen die Gallerte sofort zum Aufquellen und löst die angeklebte Form vom Objektträger. Sehr schöne und auffallend grosse Gallerthüllen bildet *St. brachiatum* (Fig. 11) aus. Auch hier konnten die Gallerthüllen erst durch Färbung mit Gentianaviolet sichtbar gemacht werden. Die zahlreichen radial angeordneten kleinen Stäbchen innerhalb der Gallertkugel sind gewiss Teile von Spaltflächen benachbarter Gallertprismen. Da die Gallertkugel als Spärokristall aufzufassen ist, liegen die Grenzflächen der Gallertprismen in verschiedenen optischen Ebenen. Es müssen darum die das Sehfeld kreuzenden Spaltflächen an den Kreuzungsstellen als kürzere oder längere Stäbchen erscheinen. Dafür spricht auch der Umstand, dass die Stäbchen nach beiden Enden hin zugespitzt erscheinen, was auf der Zeichnung allerdings nicht deutlich zum Ausdruck kommt.

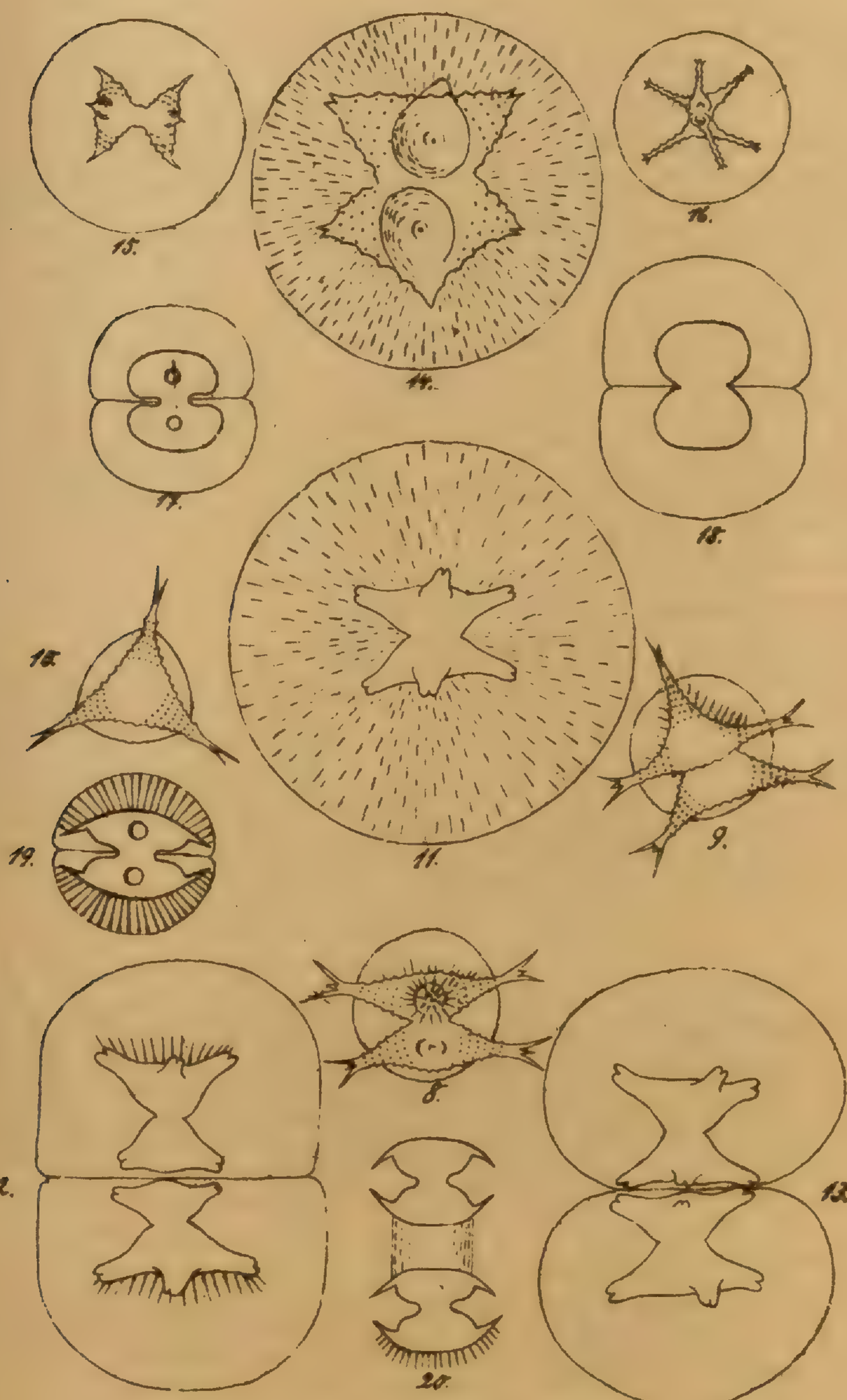
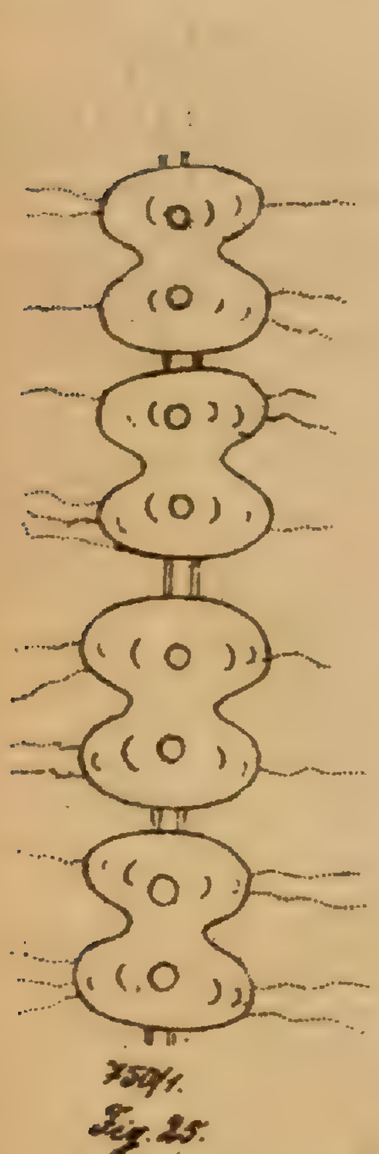


Fig. 1-20 50/1, nur Fig 14 75/1.

Bei *St. brachiatum* hat die Gallerthülle gewiss noch besondere Bedeutung für die Teilung, indem sie die Teilungsfiguren zusammenhält und eine ungestörte Teilung ermöglicht (Fig. 12, 13). Bei fortschreitender Teilung teilt sich auch die Gallerte mit. Ich besitze gerade vom Zigelnobruch, in dem *St. brachiatum* häufig vorkommt, eine ganze Reihe von Aufsammlungen aus den verschiedensten Monaten des Jahres. Während *St. brachiatum* sonst vielfach auch ohne Gallerthülle auftritt, zeigt eine Probe vom 25. IX. und 10. X. auffallend viel Teilungsstadien und Zygotenbildungen. Hier tritt *St. brachiatum* stets mit Gallerthülle auf. Bei Anwendung von Gentianaviolet färbt sich die Gallerte sofort lebhaft karminrot. Leider verschwindet die Färbung nach 1 - 2 Stunden fast vollständig, sodass es mir bisher nicht gelungen ist, gut gefärbte Dauerpräparate von Teilungsstadien herzustellen. Übrigens sind nicht alle Farbstoffe zur Gallert-

färbung gleich gut geeignet. Safranin färbt die Gallerte sogut wie gar nicht, Fuchsin und Methylenblau liefern einigermassen brauchbare Resultate, am besten und gründlichsten wirkt Gentianaviolet.

Ähnliche Gallerthüllen findet man auch bei anderen planktonisch lebenden *Staurastrum*-Arten. Fig. 14 zeigt *St. Avicula var. subarcuatum (Wolle) West* (cf. Bot. Arch. II (1922) p. 138), Fig. 15 *St. lunatum Ralfs* (l.c. p. 142), Fig. 16 *Staur. tetracerum Ralfs* mit solchen Gallerthüllen. Auch das hin und wieder im Plankton auftretende *Cosmarium tumidum* (Fig. 17), *C. contractum* (Fig. 18) und seine Varietäten (cf. l.c. p. 129) bilden ähnliche Gallerthüllen aus. Fig. 19 zeigt *Arthrodesmus convergens* nach einer selbstgefertigten Mikrophotographie von einem u n g e f ä r b t e n Präparat. Hier tritt die Gallerthülle ausserordentlich scharf hervor und hat deutliche Stäbchenstruktur, während sie nach OLTMANNS (Morphologie u. Biologie d. Algen p. 77) hier stets strukturlos sein soll. Etwas abweichend ist die Gallertbildung bei *Arthrodesmus Incus var. Ralfsii fa. latiuscula West* (Fig. 20). Die Figur stellt ein Teilungsstadium dar. Die neu gebildeten Zellhälften sind am Scheitel durch eine Gallertbrücke verbunden. Nur e i n e alte Zellhälfte zeigt am Scheitel die aus den Poren hervorragenden Protoplasmafäden, die andere ist vollständig glatt. (Stacheln und Dornen besitzen als hohle Ausstülpungen d. Zellmembran niemals Gallertporen.) Ähnliche Formen wie Fig. 20 wurden im Zigelnobruch (11. X. 21) wiederholt beobachtet. Man kann sich ihre Entstehung folgendermassen erklären: Die aus der Zygote hervorgehende Zelle hat noch keine Gallertporen ausgebildet. Sobald sich die Zelle zur ersten Teilung anschickt, bildet sie an den Grenzflächen der neuen Zellhälfte Gallertporen und eine Hülle aus, welche die Teilungsfiguren zusammenhält. Nach erfolgter Trennung besitzt jede Zelle eine ältere Hälfte mit glattem Scheitel und eine jüngere mit aus dem Scheitel hervorragenden Plasmafäden. Sobald eine solche Zelle zu neuer Teilung schreitet, entstehen die in Fig. 20 dargestellten Formen. Aus der dritten Teilung müssen endlich Formen hervorgehen, bei denen die Scheitel beider Zellhälften mit hervorragenden Plasmafäden ausgestattet sind. Unzweifelhaft stehen Gallertporen und Plasmafäden und -Büschel zur Ausbildung der Gallerthüllen in Beziehung. HAUPTFLEISCH stellt die Vermutung auf, dass die Gallerte nur den Zweck habe, die zarten Plasmafäden und Büschel feinster Fibrillen schützend zu umschliessen, und dass die letzteren den wesentlichen Teil der Bildung darstellen. Ob sie ein Organ für Stoffaufnahme und -Ausscheidung oder etwa ein Organ zur Aufnahme und Fortleitung von Reizen seien, will er nicht entscheiden. Diese Auffassung HAUPTFLEISCHs hat sehr viel für sich. Mir erscheint es unzweifelhaft, dass diese kompliziert gebauten Werkzeuge eine wichtige, bisher noch nicht erkannte Funktion zu erfüllen haben; denn die Natur schafft solch zarte, wohl geschützte Organe nie ohne besondere Funktion.


250/1. Fig. 25.

500/1. Fig. 21.

250/1. Fig. 22.

250/1. Fig. 26

500/1. Fig. 24.

500/1. Fig. 23.

Eine vierte Gruppe von Plankton-Desmidiaceen vereinigt ihre Zellen durch Gallerte oder Haftpapillen zu mehr oder weniger langen Fäden. Es sind dies Vertreter

der Gattungen *Desmidium, Sphaerozosma, Spondylosium, Hyalotheca* und *Gonatozygon*. Sie gelangen durch Sauerstof -Ausscheidung an die Oberfläche wie die schwimmenden Watten von *Spirogyra, Zygnema* u. a. In vielen Fällen bildet die Gallerte breite, den Faden vollständig einschliessende Scheiden aus ringförmigen Abschnitten über jeder Zellhälfte. Die Aufsicht der Gallerte zeigt nach HAUPTFLEISCH netzförmige Felderung und jedes Feld ist die Grundfläche eines der Membran aufsitzenden Gallertprismas. Die lockere Gallertverbindung bewirkt, dass die Fäden jeder Wellenbewegung folgen. Ein sehr wirksames Gegenmittel gegen das Absinken ist die spiralige Drehung der Fäden, wie sie Fig. 21 - 23 zeigen; sie wirkt wie ein Steuer und verhindert, dass die Fäden sich auf den Kopf stellen. Fig. 21 gehört zu *Sphaerozosma vertebratum* und zwar zu der (Bot. Arch. II (1922) p. 145) von mir neu beschriebenen Fa. b, die mit flachem, fast wagrechtem Scheitel von der rundlichen Stammform abweicht. Bei der Drehung des Fadens geht, wie die Figur zeigt, die Vorderansicht allmählig in die Seitenansicht und bei noch weiterer Drehung diese wieder in die Vorderansicht über. Die gleiche spiralige Drehung zeigen das in Fig 22 abgebildete *Desmidium cylindricum Grév.* (syn. = *Didymoprium Grévillei Ktz.*) und das für Deutschland neue *Spondylosium planum West* (Fig. 23), das WEST aus dem meisten britischen und schottischen Seen erwähnt. Es ist in der grossen Blänke der Zigelnobruches nicht selten, aber wegen seiner Kleinheit leicht zu übersehen. *Sp. planum* ist nach WEST identisch mit *Sphaerozosma pulchrum Bail., var. planum Wolle*, Desm. U.S. 1884. p. 29 t. 4 Fig. 3, 4 und mit *Spondylosium pulchrum (Bail.) Arch. var. planum W. et C. S. West* in Journ. Linn. Soc. Bot. XXXIII (1898) p. 311; ferner mit *Spondyl. pulchrum Bachmann* in Arch. f. Hydrobiolog. u. Planktonk. 1907, p. 30.

Im Jahre 1912 machte WEST aus dem *Sp. pulchrum var. planum* eine besondere Spezies, weil ihm eine Verwechselung mit einem andern *Spondylosium* ausgeschlossen erschien (Journ. Linn. Soc. Bot. XL (1912) p. 430, pl. 19, Fig. 5 - 8). Das typische *Sp. pulchrum* kommt nach WEST weder auf den britischen Inseln, noch überhaupt in Europa vor (WEST, l.c. p. 431). Danach wäre das in meinem ersten Verzeichnis p. 145 genannte *Sp. pulchrum* zu streichen und statt dessen *Sp. planum* zu setzen. Unsere Form stimmt übrigens mit der zitierten WESTschen Abbildung genau überein. Nur auf einen Widerspruch muss ich hinweisen. In der WESTschen Diagnose p. 430 heisst es: "filis non tortis, sine vagina mucosa". Meine Fig. 23 zeigt deutlich einen g e - d r e h t e n Faden; auch wurde in e i n e m Falle ein Faden mit scharf umgrenzter Gallerthülle beobachtet. Das will aber nicht viel besagen, denn in der Regel sind die Fäden n i c h t gedreht und Gallertscheiden pflegen meist nur zu bestimmten Zeiten aufzutreten.

Auch das in Fig. 24 abgebildete *Spondylosium pulchellum var. bambusinoides (Wittr.) Lund.* kommt hin und wieder im Sphagnoplankton vor.

In meiner Hauptarbeit über die Danziger Desmidiaceen habe ich p. 145 eine neue Form von *Sphaerozosma excavatum* erwähnt, die durch ungewöhnlich lange Vereinigungspapillen und strahlige Gallerthülle ausgezeichnet war. Heute kann ich nachtragen, dass die von der Gallertzone ausgehenden Gallertfäden in vielen Fällen p e r l s c h n u r a r t i g e Beschaffenheit haben (Fig. 25). Die äusserst zarten Gallertfäden (nach der Auffassung HAUPTFLEISCHs Protoplasmafibrillen) bestanden hier aus miteinander abwechselnden hellen und dunkeln Gallertperlen von 0,5 - 1 μ Durchmesser. Ähnliche Gallertfäden von perlschnurartiger Beschaffenheit zeigt auch das in Fig. 26 angebildete *Sphaerozosma granulatum Roy. et Biss.*

VERGLEICH DER HIER BEOBACHTETEN PLANKTONDESMIDIACEEN MIT SOLCHEN AUS ANDEREN GEBIETEN.

In den meisten Plankton-Untersuchungen spielen die Desmidiaceen nur eine untergeordete Rolle, weil diese Untersuchungen sich zumeist auf grössere Binnenseen beziehen, die im allgemeinen ausserordentlich arm an Desmidiaceen sind. LAKOWITZ gibt für "das Plankton des Klostersees bei Karthaus" (Schriften d. Nat. Ges. Danzig X, 1898) 4 Desmidiaceen an: *Closterium parvulum, Cosmarium Botrytis, C. protractum, Staurastrum gracile.* - B. SCHRÖDER (Das Phytoplankton Preussischer Seen, Danzig 1900) fand in 30 grösseren Flachlandseen folgende 5 Desmidiaceen: *Staur.*

gracile, St. paradoxum var. longipes, Cosmarium Phaseolus, Closterium Ceratium, Cl. spiraliforme.

ZACHARIAS war wohl der erste, der in seinen "Untersuchungen über das Plankton der Teichgewässer" (Forschungsber. Plön VI.2., 1898) die Aufmerksamkeit der Algologen auf das Plankton der Teiche und Tümpel hinlenkte. Im Gegensatz zum Seen- oder Limnoplankton nannte er dieses Flachwasserplankton das H e l e o p l a n k t o n. Es ist dadurch charakterisiert, dass fast alle eulimnischen Formen, die wir aus grösseren Seen kennen, auch in ihm vorhanden sind. Ausserdem enthält es aber auch Plankton-Spezies, die in grösseren Seen vollständig fehlen, namentlich zahlreiche Desmidiaceen. Über das Vorkommen der letzteren im Heleoplankton sagt ZACHARIAS l.c. p. 101: "Nach Durchsicht von mehreren hundert Planktonfängen aus kleineren Gewässern habe ich den Eindruck erhalten, dass die Desmidiaceen darin viel häufiger vorkommen und auch durch viel mehr Arten vertreten sind, als im Limnoplankton .... In unsern Teichen und Weihern gibt es zu manchen Zeiten ein wirkliches Desmidiaceen-Plankton". Das Verzeichnis der zum Heleoplankton gehörigen Oragnismen, das ZACHARIAS p. 94 aufstellt, enthält folgende Desmidiaceen: *Hyalotheca dissiliens, Desmidium Swartzii, D. cylindricum, Closterium cornu, Cl. rostratum, cl. pronum var. longissimum Lemmerm., Cl. pseudopleurotaenium, Docidium baculum, Staurastrum gracile, St. paradoxum ver. chaetoceras Br. Schr.*

LEMMERMANN untersuchte "das Phytoplankton sächsicher Teiche" (Forschungsber. Plön VII (1899) p. 96 - 135) und fand darin von Desmidiaceen: *Hyalotheca dissiliens, Desmidium Swartzii, D. aptogonium, Cosmarium delicatissimum, Closterium pseudospirotaenium, Cl. limneticum var. tenue, Staurastrum tenuissimum var. anomalum.*

ZACHARIAS hat seine Plankton-Untersuchungen auch auf Moorsümpfe ausgedehnt ("Zur Kenntnis der niederen Flora und Fauna hosteinischer Moorsümpfe", Forschungsber. Plön X (1903) p. 223 - 289) und fand in den Moortümpeln "eine ziemlich artenreiche und quantitativ nicht unbeträchtliche Menge von pflanzlichen und tierischen Schwebewesen". CHODAT hat für sie die Bezeichnung S p h a g n o p l a n k t o n eingeführt. Da ZACHARIAS in seinem Verzeichnis die Plankton-Formen als solche nicht kenntlich gemacht hat, müssen die dort genannten Desmidiaceen unberücksichtigt bleiben.

Das nachstehend von mir aufgestellte Verzeichnis von Plankton-Desmidiaceen ist auffällig reichhaltig, weil es Limno-, Heleo- und Sphagnoplankton gleichmässig berücksichtigt. Diesen 3 Arten des Planktons entsprechen etwa die 3 ersten Kolumnen meines Verzeichnisses: Landseen, Moorseen und Moorteiche, Moorblänken. Bezüglich der untersuchten Gewässer verweise ich auf meine Ausführungen in Band II des bot. Archivs, p. 115 - 118. Die bereits erwähnten Publikationen von LAKOWITZ, SCHRÖDER, ZACHARIAS und LEMMERMANN bleiben in dem Verzeichnis unberücksichtigt, weil sie verhältnismässig wenig Desmidiaceen anführen. Mein Verzeichnis berücksichtigt folgende Arbeiten:

1. BORGE, O., Die Algenflora des Takernsees, K. Svens. Vet. Akad. Stockholm 1921 (Schweden, Borge).

2. Kaare MÜNSTER-STRÖM, The Phytoplankton of some Norwegian Lakes, Kristiania 1921 (Norwegen, M. Ström).

3. Kaare MÜNSTER-STRÖM, Algological Notes (II. Freshwater Algae and Plankton from Finmark), Kristiania 1921 (Finmark, M. Ström).

4. WEST et G. S. WEST, On the Periodicity of the Phytoplankton of some British Lakes, Journ. Linn. Soc. Bot. XL (1912) nr. 277.(Britische Seen, W. et G. S. West.)

5. G. S. WEST, On the Freshwater Algae, including Phytoplankton of the Third Tanganyika Expedition, in Journ. Linn. Soc. Bot. XXXVIII (1907) nr. 264 (Afrika, G. S. WEST.)

6. G. S. WEST, On the Algae of the Yan Yean Reservoir, Victoria, in Journ. Linn. Soc. Bot. XXXIX (1909) nr. 269 (Australien, G. S. West).

Die hier unterstrichenen Stichwörter kehren in dem Verzeichnis wieder. Ein + in der Tabelle bedeutet das Vorkommen der gleichen Spezies, ein o das einer nahe verwandten Form.

Nr.	Planktondesmidiaceen aus dem Gebiete v. Danzig.	Hiesiges Vorkommen.			Vorkommen in anderen Gebieten.					
		Landseen.	Moorseen und Moorteiche.	Moorblänken.	Schweden, Borge	Norwegen M. Ström.	Finmark, M. Ström.	Britische Seen, W. et G. S. West	Afrika, G. S. West.	Australien, G. S. West.
1.	Gonatozygon Brébissonii	+	+	–	+	–	–	+	–	–
2.	" Kinahani	–	+	+	+	+	–	+	–	+
3.	" monotaenium	+	+	–	+	+	+	+	+	+
4.	Closterium gracile var. elongatum	–	–	+	–	–	–	–	–	–
5.	" idiosporum	–	–	+	–	–	–	–	–	–
6.	" Kützingii	–	–	+	–	+	–	+	–	+
7.	" lineatum	–	+	+	–	–	–	–	–	–
8.	" macilentum	–	–	+	–	–	–	+	–	–
9.	" Pritchardianum v. subpraelongum	–	–	+	–	–	–	–	–	–
10.	" pronum	–	+	+	–	–	–	–	–	–
11.	" turgidum	–	+	–	+	–	–	–	–	–
12.	Pleurotaen. Ehrenb.	+	–	–	–	+	+	+	–	–
13.	" " v. undulatum Forma	–	+	–	–	–	–	–	–	–
14.	Euastrum gemmatum	–	+	+	–	–	–	–	–	–
15.	" verrucosum var. reductum	–	+	+	–	+	–	+	–	–
16.	Micrasterias americana	+	–	–	–	–	–	–	+	–
17.	" Mahabuleshwar. v. Wallichii	–	+	–	–	–	–	–	–	–
18.	" papillifera	–	+	+	–	+	+	+	–	–
19.	" radiata	–	+	+	–	+	–	–	–	–
20.	" Thomasiana	–	+	+	–	+	–	–	–	–
21.	Cosmarium bioculat.	–	+	+	–	–	–	+	–	+
22.	" Botrytis	+	+	–	–	+	–	+	–	–
23.	" Contractum	–	+	+	–	+	+	–	–	+
24.	" " v. ellipsoideum	–	+	+	–	+	–	+	+	+
25.	" depressum v. achondrum	–	+	+	–	+	+	+	+	–
26.	" formosulum	+	+	+	–	–	–	–	–	–
27.	" granatum	–	+	+	+	–	–	–	–	+
28.	" " v. concavum	–	+	+	+	–	–	–	–	–
29.	" " v. subgranatum	–	+	+	+	–	–	–	–	–
30.	" ochthodes fa. granulosum	–	+	+	–	–	–	o	–	–
31.	" Palangula	–	–	+	–	–	–	–	–	–
32.	" protractum	+	+	–	–	–	–	–	–	–
33.	" reniforme	+	+	+	+	–	–	+	–	–
34.	" " v. compressum	+	+	–	–	–	–	–	–	–

Nr.	Planktondesmidiaceen aus dem Gebiete v. Danzig.	Hiesiges Vorkommen.			Vorkommen in anderen Gebieten.					
		Landseen.	Moorseen und Moorteiche.	Moorblänken.	Schweden, Borge	Norwegen M. Ström.	Finmark, M. Ström.	Britische Seen, W. et C. S. West	Afrika, C. S. West.	Australien, C. S. West.
35.	Cosmarium subtumidum v. Klebsii	–	+	+	–	–	–	–	–	–
36.	" Turpinii	+	+	–	–	–	–	–	–	–
37.	" " v. eximium fa. minor	+	+	–	+	–	–	–	–	–
38.	" " v. Podolic.	+	+	–	–	–	–	–	–	–
39.	Xanthidium antilop.	–	+	+	–	+	–	+	–	–
40.	" " v. dimazum	–	+	+	–	–	–	–	–	–
41.	" " v. polymaz.	–	+	+	–	+	–	–	–	–
42.	Arthrodesmus converg.	–	+	+	–	–	–	–	–	–
43.	" triangularis	–	+	+	–	+	–	+	–	–
44.	Staurastr. Arachne	–	+	+	–	o	–	–	–	–
45.	" Arctiscon	–	+	+	–	+	+	+	–	–
46.	" Avicula v. subarcuatum	–	+	–	–	–	–	–	–	+
47.	" Brachiatum	–	+	–	–	–	–	–	–	+
48.	" brevispinum	–	+	–	–	+	–	–	o	–
49.	" cuspidatum	+	+	+	+	o	+	+	+	+
50.	" cyathodes var. gracile	+	+	–	–	–	–	–	–	–
51.	" dejectum	–	+	+	–	+	+	+	–	+
52.	" gracile	+	+	–	+	+	–	–	o	–
53.	" lunatum	+	+	–	–	o	o	o	–	–
54.	" paradoxum fa. a West	–	+	–	–	–	–	–	–	–
55.	" " v. longipes	+	+	–	–	+	–	+	–	+
56.	" tetracerum	+	–	–	+	+	–	–	–	+
57.	" Tohopekaligense v. trifurcatum	–	–	+	–	–	–	–	+	–
58.	" vestitum	–	+	+	–	+	–	+	–	–
59.	Sphaerozosma excavat.	–	+	+	–	+	–	–	+	+
60.	" granulatum	–	–	+	+	–	–	–	–	–
61.	" vertebratum	–	+	+	–	+	–	+	–	–
62.	Sponylosium planum	–	+	+	–	+	–	+	–	–
63.	" pulchellum v. bambusinoides	–	–	+	–	–	–	–	–	–
64.	Hyalotheca dilliliens	–	+	+	–	+	+	+	–	+
65.	" mucosa	–	+	+	–	+	–	+	+	+
66.	Desmidium cylindricum	–	–	+	–	–	–	–	–	–
67.	" Swartzii	–	+	+	–	–	–	–	–	+
68.	Gymnozyga moniliformis	–	+	+	–	+	–	+	–	–

Das vorstehende Verzeichnis mit 68 Spezies und Varietäten macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sicher enthalten Heleo- und Sphagnoplankton noch weit mehr planktonische Desmidiaceen; sicher sind aber in dem Verzeichnis auch Formen enthalten, die nur zufällig ins Plankton hineingeraten und die darum als echte Planktonten nicht anzusprechen sind.

Das schwedische Plankton enthält 13, das norwegische 32, das Plankton von Finmark 12, das der britischen Seen 27, das afrikanische 10 und das australische Plankton 17 Desmidiaceen, die auch in unserm Phytoplankton vorkommen.

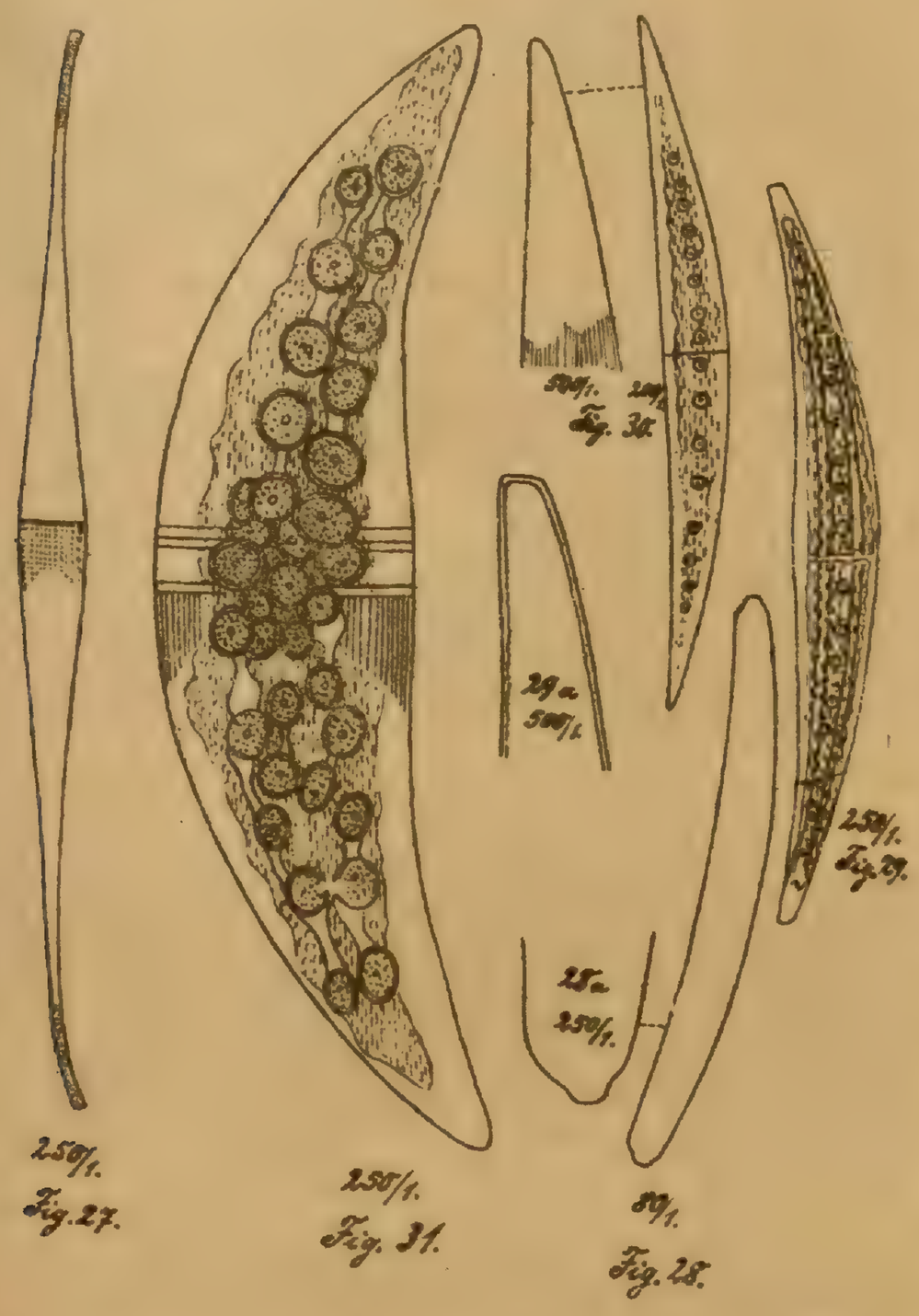
Gonatozygon Kinahani, G. monotaenium, Cosmarium contractum nebst *var. ellipsoideum, C. depressum var. achondrum, Staurastrum Arctiscon, St. cuspidatum, St. dejectum, St. gracile, St. paradoxum var. longipes, Hyalotheca dissiliens, H. mucosa* erscheinen nach der Tabelle als ausgesprochene Kosmopoliten. Auffallend ist, dass *Gonatozygon Kinahani* trotz seinem kosmopolitischen Charakter in Deutschland bisher noch nicht beobachtet war.

NEUBEOBACHTUNGEN AUS DEM JAHRE 1922.

1. *Gonatozygon Kinahani (Arch.) Rbh.* (cf. oben, p. 251, Fig. 2). - Zigelnosee, Zigelnomoor.

2. *Closterium Pritchardianum var. subpraelongum (Dick) Grönbl.* (cf. oben, p. 251, Fig. 1). - Seeresen, Sphagnetum und Moorblänken.

3. *Cl. Kützingii Bréb. fa.* Fig. 27. - Auffallend stark gestreift, Streifen fast rippen- oder leistenartig, die Leisten mit zarten Wulstreihen besetzt, ähnlich wie bei *Cl. angustatum fa. Boergesenii Gutw.* Zellenden fein und unregelmässig punktiert. - Sphagnetum Meisterswalde. Nur 1 Exemplar beobachtet.



4. *Cl. nasutum Wolle* (Fig. 28). - BORGE, Süsswasseralg. Sao Paulo p. 14-15, Taf. 1, Fig. 10-13. - Scharf charakterisiert durch die nasenartig vorgezogenen Enden. Membran farblos und anscheinend glatt. In einer leeren Zellhaut schienen allerdings Spuren einer sehr feinen Streifung vorhanden zu sein. Länge 630µ, Breite 84µ. Pyrenoide zahlreich und zerstreut. - Soweit ich übersehen kann, ist die Spezies für Europa neu. - Zigelnosee, Zigelnobruch, sehr vereinzelt.

5. *Cl. littorale Gay.* Fig. 29, 30. - Nicht selten in einer Aufsammlung des Herrn LUCKS vom Danziger Stadtgraben. - Fig. 29 stimmt genau mit der Abbildung bei MÜNSTER-STRÖM, Freshw. Alg. from Caucasus and Turkestan, Pl. II, Fig. 13 überein. Länge 252µ, Breite 28µ, die gestutzt-gerundeten Enden 5,5µ breit. - Für Deutschland neu.

Daneben kommt eine zweite Form vor (Fig. 30), die ich nur mit einigen Bedenken zu *Cl. littorale* stelle, weil sie überaus zart und dicht, aber sehr deutlich gestreift ist. In der Ausbildung der zugespitzt-gerundeten Enden stimmt diese Form gut mit *Cl. littorale fa. Borge*, Algenfl. Takernsee, Tafel I, Fig. 6 überein, ist aber sonst schlanker. Grösse: 236 zu 22µ, Enden 3µ breit. Streifen 45 - 48.

Das Vorhandensein oder das Fehlen von Streifen kann kaum als apezifisches Merkmal gelten. *Cl. Archerianum, Cl. Lunula var. sublanceolatum* und *var. submoniliferum Klebs*, ebenso *Cl. Malinvernianum* wurden hier sowohl mit als auch ohne Streifung beobachtet. KURZ (Grundriss einer Algenflora des appenzellischen Mittel- u.

Vorderlandes, St. Gallen 1912, p. 129) hat an *Cl. Malinvernianum* ähnliche Beobachtungen gemacht. Er stellt es darum als fa. zu *Cl. Ehrenbergii Menegh.* Unsere Beobachtungen decken sich durchaus. In einer Aufsammlung aus dem Radaunekanal bei Danzig ist *Cl. Malinvernianum* sehr häufig und in verschiedener Ausbildung vertreten. Neben vollständig farblosen und ungestreiften Exemplaren finden sich solche mit zarter Streifung und ältere, gelb-braun gefärbte mit sehr deutlicher Streifung. Das in Fig. 31 abgebildete *Cl. Malinvernianum* stammt aus derselben Aufsammlung; es ist dicht angefüllt mit Dauersporen von *Olpidium endogenum A. Br.* (vergl. Bot. Arch. II (1922) p. 148 - 149!).

6. *Euastrum inerma (Ralfs) Lund. fa.* - Fig. 32. - Länge 60µ, Breite 38µ, Isthm. 11µ. - Die Abbildung bei WEST, Monogr. II, t. 36, Fig. 7 ist schlanker, die Endlappen sind weniger vorgezogen, jede Halbzelle ist nur mit 3 Anschwellungen versehen. In der Zahl und Anordnung der Anschwellungen und in dem deutlich vorgezogenen Scheitel ähnelt unsere Form sehr dem *Eu. sinuosum var. reductum West et G. S. West* (Monogr. II, t. 36, Fig. 2). Abweichend ist bei unserer Form die schwache Einkerbung der oberen Seitenlappen. Ein sehr ähnliches *Euastrum inerme* beschreibt DICK (Beitr. z. Kenntnis d. Desmidiaceen von Südbayern, Krypt. Forsch. München 1919, nr. 4, p. 249, tab. XIII, fig. 6) vom Kochelseemoos; er sagt ausdrücklich: "Häufig in Gesellschaft mit *Eu. sinuosum*". Es wäre darum nicht ausgeschlossen, dass es sich hier wie dort um eine besondere Form von *Eu. sinuosum* handelt. Dann käme allerdings nur *var. reductum* infrage, die bisher in Deutschland noch nicht beobachtet wurde. - Kl. Barschsee bei Konitz, leg. LUCKS.

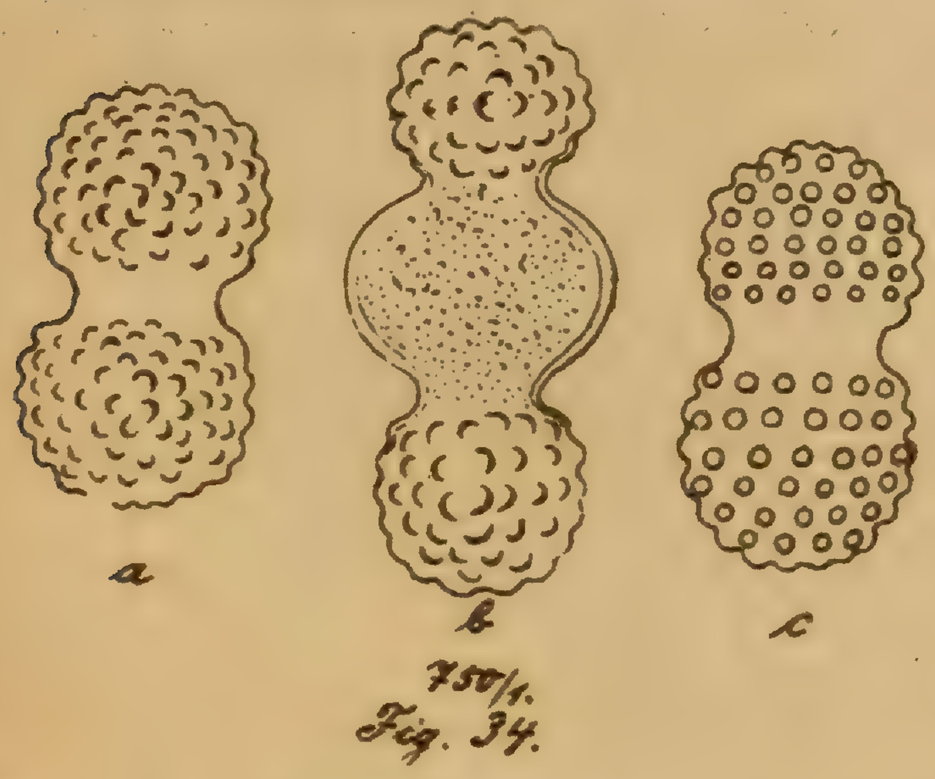
7. *Eu. verrucosum var. rhomboideum Lund fa.* - Fig. 33. - Mit einer tiefen Einkerbung jederseits des vorgezogenen Scheitels. Membran gleichmässig mit kleinen, spitz kegelförmigen Warzen besetzt. Zellmitte mit einer Gruppe grösserer, rundlicher, in konzentrischen Kreisen angeordneter Warzen. Grösse 112 x 108µ, Isthm. 22µ. - Zigelnobruch.

8. *Cosmarium elegantissimum Lund. fa. intermedium Kaiser*, Desm. Berchtesg. Landes, Krypt.-Forsch. München 1919, nr. 4, p. 223, Fig. 13. - Grösse 48 x 26µ, Isthmus 24µ (bei KAISER 18µ); also etwas breiter als dort und mit mehr gerundetem Apex. Die grossen Warzen sind wie bei KAISER schwach ausgerandet, was besonders bei den Randwarzen in die Augen fällt. - Sphagnetum Forst Mariensee.

9. *C. Elfvingii Racib.* Migula, Krypt.-Fl. II, p. 430, Tafel XXIII K, Fig. 13. - Sphagnetum am Kl. Borowosee.

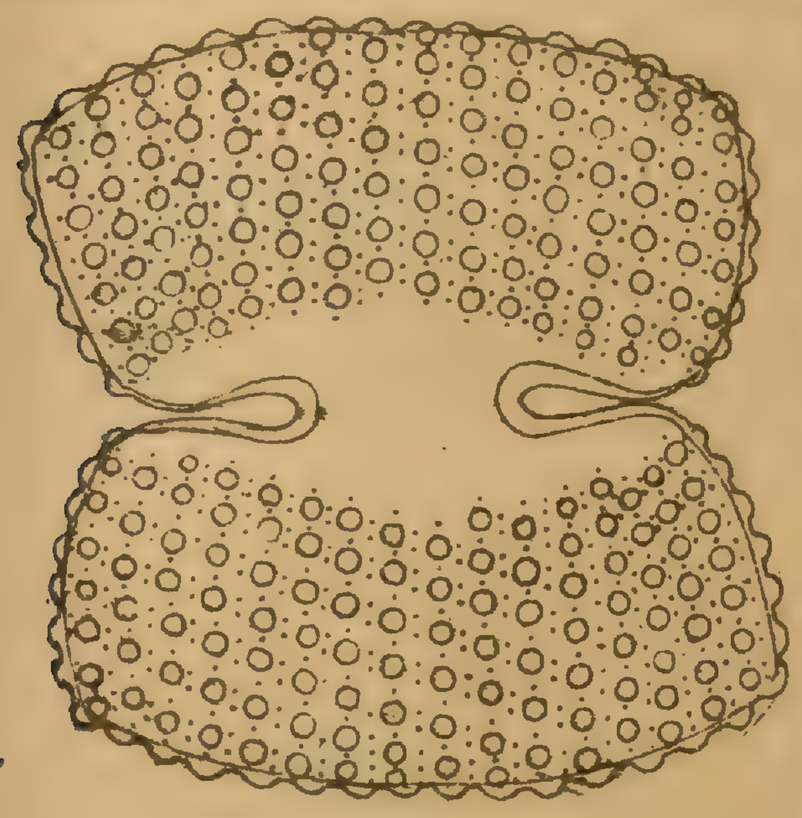
10. *C. bisphaericum Printz*, Beitr. zur Kenntnis der Chlorophyceen u. ihrer Verbreitung in Norwegen, Trondhjem 1915, p. 27-28, Taf. III, Fig. 51-52. - Fig. 34 a - c. - Bei hoher Einstellung erscheinen die grossen, kugeligen Warzen in kreisförmiger Anordnung, bei tiefer Einstellung (Fig. 34 c) in annähernd wagrechten und sekkrechten Reihen. Halbzellen kreisrund wie auch die Scheitelansicht. Länge 42 - 45µ, Breite 23-24 µ; Isthm. 12-14µ.

Fig. 34 b zeigt ein in der Teilung stecken gebliebenes Exemplar, bzw. eine Zwillingsbildung. Das bauchige, aus der Teilung hervorgegangene Mittelstück ist ohne Struktur. - Kl. Barschsee bei Konitz (leg. LUCKS).



Ich vermag das von GRÖNBLAD, Finnl. Desm., Helsingfors 1920, p. 43 beschriebene und auf Tafel 5, Fig. 25 - 26 abgebildete *C. isthmicum W.* von *C. bisphaericum Printz*

nicht zu trennen. In GRÖNBLSDs Figur sind die Halbzellen genau so kreisrund wie bei PRINTZ, und die Anordnung der Warzen in wagrechten und senkrechten Reihen kann, wie meine Abbildungen (Fig. 34 a bei hoher Einstellung) zeigen, als spezifisches Merkmal auch nicht schwer ins Gewicht fallen, denn sie erscheint, je nach der Einstellung, oft sehr verschieden. Jedenfalls unterscheidet sich, wie auch PRINTZ ausdrücklich betont, *C. bisphaericum* von *C. isthmicum* deutlich durch die Kugelgestalt der Halbzellen.



×250/1.
Fig. 35.

11. *C. margaritatum (Lund.) Roy. et Biss. fa. divergens nov. forma.* - Fig. 35. - Das Material vom Kl. Borowosee enthält ausser dem typischen *C. margaritatum* und der *fa. subrotundata West et G. S. West* noch eine dritte Form, die ich wegen ihrer stark auseinanderlaufenden Seiten als *fa. divergens* bezeichne. Sie wurde mehrfach und stets in gleicher Ausbildung angetroffen. Länge 70 - 75µ, grösste Breite 73 - 68µ, Basis 54 - 60µ, Isthm. 18 - 20µ. Die Struktur der Zellwand ist dieselbe wie beim Typus. Die grossen, runden Warzen sind in regelmässigen senkrechten und schrägen Reihen geordnet, und jede Warze ist umgeben von mehr oder weniger regelmässigen Punktgruppen in Form eines Sechsecks. Die Punktgruppen sind natürlich nur soweit sichtbar, als der Zellinhalt zerstört ist.

12. *C. subcucumis Schmidle*. WEST, Monogr. II, t. 60, Fig. 1 - 3. - Torfstiche Seeresen.

13. *C. reniforme (Ralfs) Arch. fa. minor nov. fa.* - Vom Typus nur durch geringere Grösse unterschieden. Länge 38µ, Breite 30µ, Isthm. 10µ. - Zigelnosee, Zigelno-Bruch.

14. *Penium rufescens Cl.* West, Monogr. I, t. 6, fig. 12. - In Deutschland bisher nur durch HANSGIRG (Prodr. Algenfl. Böhm. p. 241) aus Böhmen bekannt. Im Kleinen Barschsee (leg. LUCKS) nicht selten. Seiten fast parallel, Enden sanft gerundet. Länge 70µ, Breite 26µ, Isthm. 24µ. Ein besonders kleines Exemplar mass 45 x 22µ. Die Membran war in einigen Fällen dicht und unregelmässig perforiert, und zwar so, dass die Porenkanäle die ziemlich derbe Membran deutlich durchsetzten.

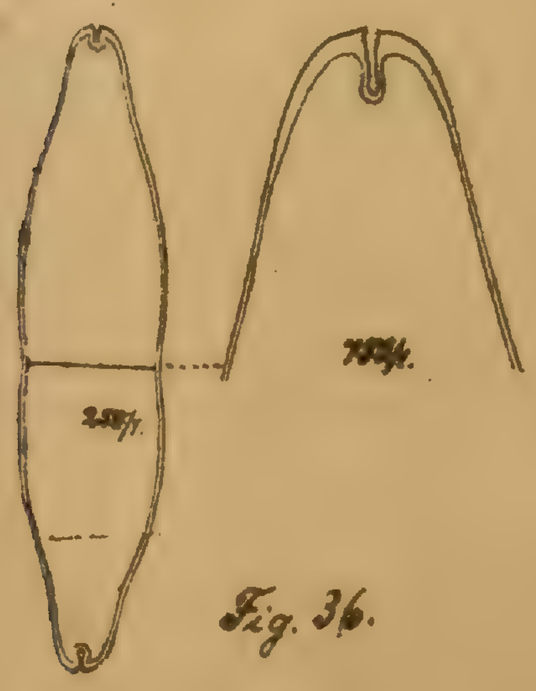


Fig. 36.

15. *Tetmemorus granulatus var. attenuatus W. West*; Monogr. I, t. 32, f. 10. - Bisher nur von den britischen Inseln, von Nord-Amerika und durch PRINTZ (Chloroph. Norw. p. 13, t. I. fig. 6) von Norwegen bekannt. Unsere Form (Fig. 36) ist etwas kleiner als die norwegische, dort 296 x 38µ, hier 210 x 42µ. In der stark verdickten apikalen Membran stimmt sie mit der norwegischen Form überein.

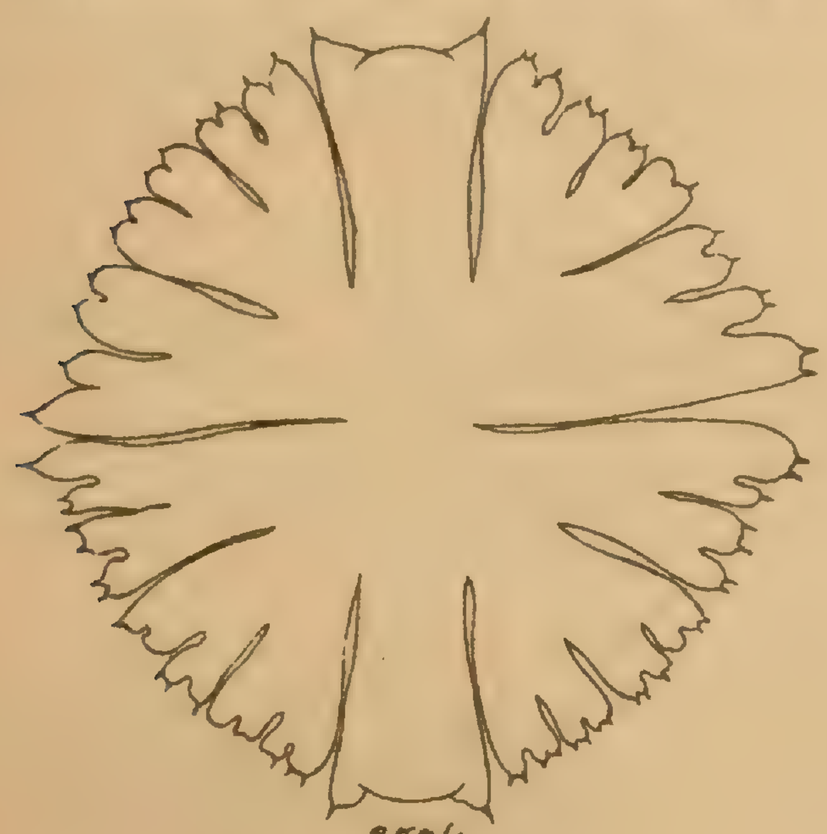
16. *Micrasterias apiculata v. fimbriata (Ralfs) Nordst.* Anomalie, Fig. 37. - Enden der Seitenläppchen vielfach ohne Einkerbung, gerundet, mit nur einem Randdorn.

17. *M. truncata (Corda) Bréb.* Zwillingsbildung (Fig. 38), ähnlich, wie sie DICK (Desm. Südbayern, Taf. XV, Fig. 1 u. 3) für *Euastrum Didelta* und *Eu. humerosum* angibt.

18. *Cosmarium DeBaryi Arch.* mit parasitischen Dauersporen. Fig. 39. - Die Zygote hat einige Ähnlichkeit mit der im Bot. Arch. II (1922) p. 151, Fig. 91 abgebildeten. Sicher handelt es sich auch hier wieder um einen Algenpilz aus der Unterordnung der Chytridiaceen. Der Durchmesser der Zygote beträgt 14µ, mit Stacheln 21µ. Stacheln weniger zahlreich, kegelförmig, mit stumpf-gerundeter Spitze.

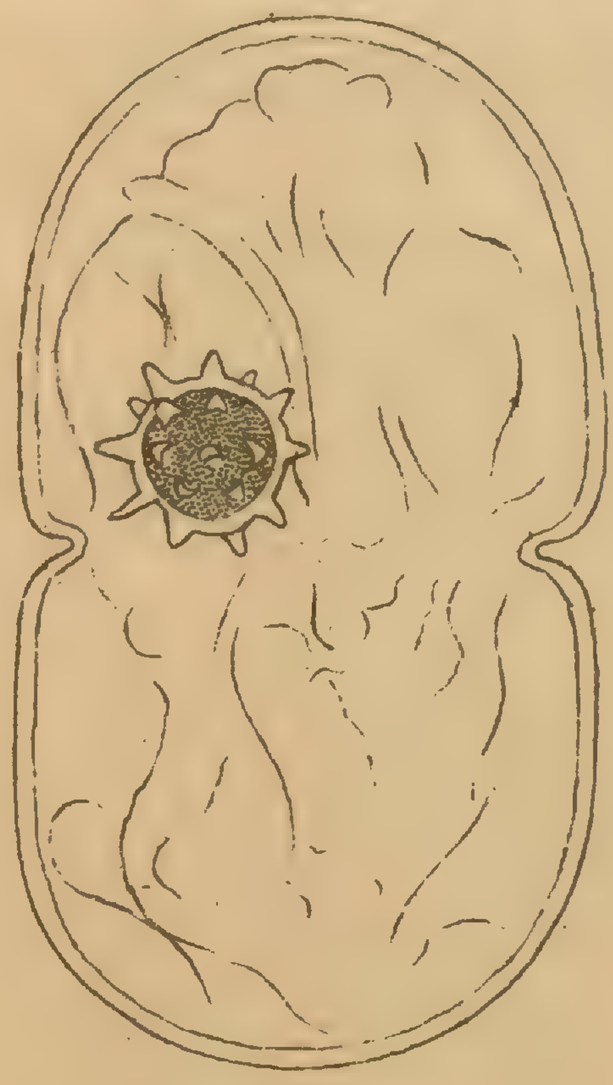
19. Zygospore von *Sphaerozosma excavatum fa. Schulz* Fig. 40, 41. (cf. Fig. 25!). Zygote kugelig mit etwa 16 scharf zugespitzten Stacheln von 14µ Länge. Durchmesser mit Stacheln 43µ. - Fig. 40 zeigt die Kopulationszellen in Seitenansicht, Fig. 41 in Vorderansich. - Zigelnobruch (Probe vom 17. V. 21).

Anhangsweise sei noch eine algologische Beobachtung erwähnt, die zwar nicht zum Thema dieser Arbeit gehört, aber doch wohl auf einiges Interesse rechnen darf. Fig. 42 zeigt die Konturlinien einer ***Arcella*** mit einer endophytisch lebenden *Oscillatoria spec.* Der spiralig gewundene Faden ist 3 - 4μ dick, die Zellen sind

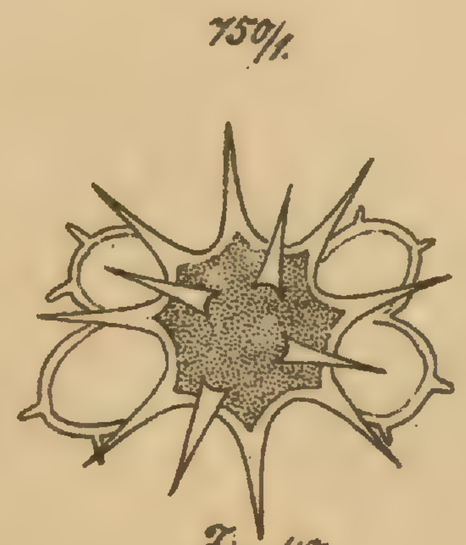


250/1.
Fig. 37.

250/1.
Fig. 38.



750/1.
Fig. 39



750/1.
Fig. 40.

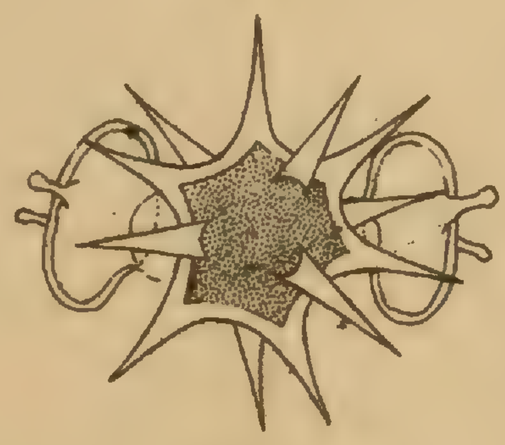
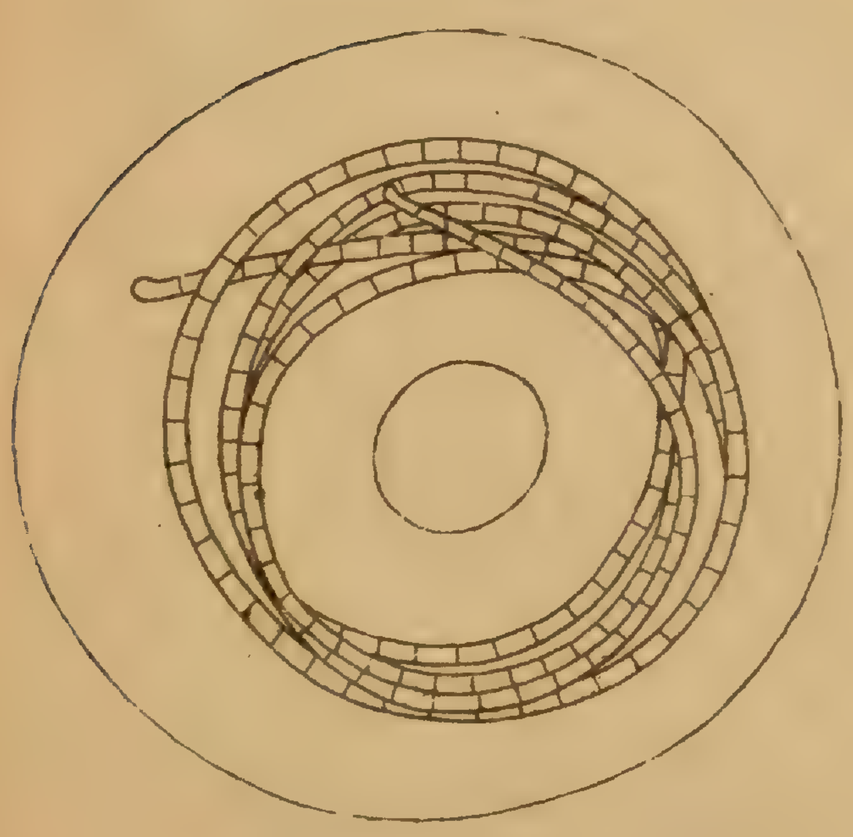


Fig. 41.



500/1.
Fig. 42.

etwa doppelt so lang als breit, die Scheidewände nicht eingeschnürt, die Endzellen schwach kopfig und leicht aufwärts gekrümmt. Färbung schwach blaugrün. - Nicht selten in einem Sphagnetum bei Mariensee. - Freilebende Trichome wurden in keinem Fall beobachtet; stets waren die Fäden spiralig azfgewunden in einer *Arcella*-Schale. Es ist nicht ausgeschlossen, dass es sich hier um *Oscillatoria amphibia Ag.* (MIGULA, Krypt.-Fl. II, Tafel 2, Fig. 3) handelt.

Zum Schlusse möchte ich noch ein Versehen gutmachen, das mir bei meiner Haupt-Arbeit über die Danziger Desmidiaceen unterlaufen ist. In meiner Tabelle, Bot. Archiv II (1922) p. 154 - 171, Kolumne Traunstein-KAISER, ist versehentlich nur das 4. Verzeichnis von KAISER berücksichtigt. Herr Dr. KAISER war so liebenswürdig, mir die Verzeichnisse nr. 2 und 3 zu überlassen. Danach würden sich die Nummern 5, 9, 10, 18; 20, 46, 62, 77, 109, 116, 128, 138, 149, 152, 161, 172, 181, 182, 187, 209, 220, 230, 231, 245, 279, 316, 326, 327, 335, 336 meines Verzeichnisses in der Kolumne Traunstein auch noch durch ein + kenntlich machen. Das mir unzugängliche 1. Verzeichnis von KAISER bleibt auch jetzt noch unberücksichtigt.

Vorläufige Mitteilung über einige Ergebnisse meiner zweiten Kanarenreise.

Von LEONHARD LINDINGER (Hamburg).

Da mir die Möglichkeit, eine ausführliche Darstellung meiner Ergebnisse zu veröffentlichen, sehr gering erscheint, habe ich mich entschlossen, einige Ergebnisse vorwegzunehmen, für die ich etwas allgemeineres Interesse erhoffe. Dabei werde ich mich möglichst kurz fassen. Ich sehe deshalb auch von nicht unbedingt nötigen Literatur-Angaben ab. Verschiedenes habe ich bereits früher in spanischer Sprache veröffentlicht (Observaciones e investigaciones en las Islas Canarias. II. El Drago. Eco del Magisterio Canario. La Laguna de Tenerife 1917, III. nr. 141. III. Notas sobre la flora de Tenerife. Ebenda nr. 142. V. Segunda lista de plantas tinerfeñas. Ebenda IV. Nr. 163, 164.

FLORISTISCHE FESTSTELLUNGEN.

J. PITARD und L. PROUST haben schon einen Katalog der Kanarenflora herausgegeben: Les Iles Canaries. Flore de l'archipel (Paris 1909). Aus meinem Nachtrag zu diesem sehr wenig zuverlässigen Werk stammen die folgenden Zeilen.

Vorher für die Kanaren angegeben, im Katalog auch nicht als Synonyme berücksichtigt (Varietäten und einige zweifelhafte Arten werden nicht erwähnt):

Abutilon indicum (L.) Webb; Aerua javanica Juss.; Allium graminifolium Lois., Ammi procerum Lows; Andropogon foveolatus Del.; Anethum graveolens L.; Anisacanthus virgularis Nees; Antholyssa aethiopica L.; Asparagus acutifolius L.; A. verticillaris Lk.; Aspidium filix-mas (L.) Sw.; Atropis maritima (Huds.) Griseb.; Ballota nigra L.; Brassica adpressa Vis.; B. nigra L.; B. palmensis Ktze.; Caesalpinia sepiaria Roxb.; Calendula stellata Cav.; C. suffruticosa Vahl; Cassia bicapsularis L.; Chenopodium coronopus Moq.; Citrus aurantium L.; Cyperus polystachyus Rottb.; Dicksonia culcita L'Hérit.; Echium wildpretiPears.; Epilobium angustifolium L.; E. hirsutum L.; E. maderense Hausskn.; Eragrostis eragrostis (L.) Karst.; Euphorbia heterophylla L.; E. lunaria Lk.; E. platyphylla L.; E. prostata Ait.; E. pulcherrima Willd.; E. rhombea Willd.; Festuca laxa Host; Fuchsia coccinea Ait.; Fumaria microcarpa Kral.; Galium geminiflorum Lowe; Genista hillebrandi Christ; G. spachiana Webb; G. tenera (Jacq.) Ktze.; Glinus lotoides L.; Hedypnois arenaria EC.; Heliotropium supinum L.; Herniaria hartungi Parl.; Hippocrepis multisiliquosa L.; Homalanthus populneus (Geisel.) Ktze.; Hypericum humifusum L.; Ifloga Ovata Bolle; Ipomoea arenaria R. & Schult.; Isatis tinctoria L.; Juncus glaucus Ehrh.; Koniga brunonis Webb; Lactuca palmensis Bolle; L. sativa L.; Lamium hybridum Vill.; Lathyrus setifolius L.; Lavatera brachyfolia Walp.; Lepidium sativum L.; Ligustrum vulgare L.; Lithospermum webbi Coss. & Dur.; Lotus dumetorum Webb; L. uliginosus Schkuhr; Luzula pilosa (.) Willd.; Malcolmia litorea R. Br.; M. maritima (L.) R. Br.; Malva alcea L.; Matthiola livida DC.; Medicago ciliaris (L.) Willd.; Melianthus comosus Vahl; Mentha sativa L.; Mesembrianthemum crassifolium L.; Micromeria forbesi Benth.; Monanthes chlorotica Bornm.; Nothoscordum inodorum (Ait.) Aschers.& Graebn.; Obione portulacoides (L.) Moq.; Ononis ocreata L.; O. variegata L.; Onopordon carduelinum Bolle; Panicum capillare L.; Pappophorum brachystachyum Jaub. & Spach; P. jaminianum Coss. & Dur.; Parietaria officinalis L.; Pisum sativum L.; Plantago ovata Forsk.; Polypodium marginellum Sw.; Polypogon littoralis (With.) Sm.; Prunus avium L.; Psoralea americana L.; Pteris serrulata L. fil.; Reseda lutea L.; Rhus albida Schous.; Rh. pentaphylla (L.) Desf.; Rubia lucida L.; Ruppia maritima L.; Ruscus aculeatus L.: Salvia africana L.; S. triloba L. fil.; Scilla peruviana L.; Scirpus gl-

bifer L. fil.; Scrophularia aquatica L.; S. bertheloti Bolle; S. langeana Bolle; S. smithii Hornem.; Sedum lancerottense Murr.; Sempervivum bentejuii (Webb); S. foliosum Sm.; S. lineolare Haw.; S. masferreri Hillebr.; S. subvillosum Lowe; Senecio hillebrandi Christ; S. micanioides Otto; Sida carpinifolia L. fil.; S. flo-ribunda H.B.K.; Sideritis canariensis L.; S. candicans Ait.; Sideroxylon mermula-na Lowe; Solanum microcarpum (Pers.) Vahl; S. sodomaeum L.; S. virgatum Lam.; Sonohus lowei Sch. bip.; S. ustulatus Lowe; Stachys germanica L.; Torilis lepto-phylla (L.) Rchb.; Trifolium fragiferum L.; T. maritimum Huds.; Veronica anagal-loides Guss.; Vicia pubescens DC.; V. scandens Murr.; Viola plantaginea Webb; Vulpia teneriffae (Hack.) Bornm.; Withania somnifera (L.) Dun.

Nachher sind bekannt geworden:

Aspidium spinulosum Sw. var. maderense Milde; Centaured duráni Burch.; Con-volvulus subauriculatus (Burch.); Euphorbia handiensis Burch.; Lotus creticus L.; L. mascaensis Burch.; Sempervivum pulvinatum (Burch.); Statice perézi Stapf; Wi-gandia caracasana H.B.K.

Dazu kommen nun:

Aloe arborescens Mill. var. frutescens S.-D. - Bco. de Tegueste; *A. ciliaris Haw.* - zwischen Realejo und San Juan de la Rambla (GÜNTERT leg.); *A. saponaria (Ait.) Haw.* - zwischen Laguna und San Diego del Monte; *Aroides aethiopicum (L.) Ktze.* - Laguna und Las Mercedes; *Boussaingaultia baselloides H.B.K.*- etwas unter-halb Laguna und bei El Rodeo; *Convolvulus tricolor L.* - San Diego del Monte (Dr. AG. CABRERA leg.); *Ecballium elaterium (L.) Rich.* - Laguna, auf dem Friedhof; *Narcissus tazetta L.* - Unterm Waldrand über Las Mercedes; *Passiflora coerulea L.* - Laguna, in Anlagen und Gärten; *Pelargonium zonale L.* - mehrfach um Laguna so-wie in El Palmonar; *Phormium tenax L.* - zwischen Villa Orotava und Puerto de la Cruz; *Solanum tuberosum L.*- in der Nähe der Ortschaften häufig auftretend, aber nicht aushaltend; *Tecoma stans (L.) Juss.* - überm Tornero bei Laguna.

Synonyme Arten:

Jasminum aucheroni Ag. Cabrera (Bol. de la Soc. Esp. de Hist. nat. 1909, S. 164) ist von *J. odoratissimum L.* nicht verschieden. - MASFERRER gibt an, HILLE-BRAND habe in Agua Garcia die mexikanische Gentianee *Leianthus saponarioides (Ch. et Schdl.) Griseb.* völlig eingebürgert angetroffen. Nach mehrmaliegr Durchfor-schung des ganzen Waldes schliesse ich mich der Meinung des Herrn Dr. AG. CAB-RERA in Laguna an, wonach hier eine Verwechselung mit *Ixanthus viscosus (Ait.) Griseb.* vorliegt.

Angeblich verschollene Arten.

Nach PITARD-PROUST soll *Ranunculus ophioglossifolius Vill.* mit der Austrock-nung des "Sees" von Laguna verschwunden sein. Ich habe die Art im Jahr 1918 in einem Graben an der sehr ländlichen Strasse beim Campo de Demonstración der Gran-ja Agricola (Laguna) in Anzahl blühend wieder angetroffen. - Nach den gleichen Au-toren ist *Aristolochia longa L.* am besten von der Liste der Kanarenpflanzen zu streichen, da sie nur einmal gefunden und dieser Fund unsicher sei: die Pflanze ist in Wirklichkeit gar nicht selten um Laguna, Las Mercedes, Tacoronte, Tegueste. Pedro Alvarez, Los Badios u.s.w. Sie wächst in Getreideäckern, Heidegebüchen, Strassengräben, an Mauern, an grasigen Abhängen und ändert sehr in der Grösse ih-rer Vegetationsorgane: sehr klein an trockenen Abhängen, wo sie oft nur einige cm lang wird, erreicht sie auf günstigem Boden 0,5 m Länge. Die var. *parvifolia Nicotra* ist daher zu streichen.

Von Tenerife bisher unbekannt war die Orchidee *Serapias parvifolia Parl.* (= *S. occultata G.*) Ich habe sie im ganzen Umkreis von Laguna gefunden, sogar in

in den trockenen Teilen im Süden der Stadt, dann im Tal von Tagueste, am westlichen Waldrand von Agua Garcia; nach brieflicher Mitteilung des Herrn JUAN BOLINAGA, Obergärtners am botanischen Garten in Orotava, wächst sie auch oberhalb Villa Orotava an der sogenannten Cumbre. Bei der Häufigkeit der Pflanze ist es nicht recht zu verstehen, dass sie nicht früher festgestellt worden ist. - Um Laguna weit verbreitet, auch in Las Mercedes und Los Baldios ist die Iridee *Antholyssa aethiopica L.* Bisher war sie nur von der Insel Gran Canaria bekannt (MORRIS in Journ. Hortic. Soc. XIX).

Bemerkungen über einige Adventivpflanzen Tenerifes.

Vinca major L. wird, wie PITARD-PROUST richtig bemerken, von WEBB-BERTHELOT nicht von den Kanaren angegeben; das könnte aber ein Versehen sein, wie deren in der Phytographie mehrere unterlaufen sind. Aber auch MASFERRER und BORNMÜLLER nennen die Art nicht, führen sie aber ausdrücklich für Madeira auf. Der erste, der sie für Tenerife nennt, ist H. MEYER, der aus seinen im Jahr 1895 gemachten Beobachtungen folgendes mitteilt: "Hier (zwischen Laguna und Tacoronte) schmückt sich die Fahrstrasse jetzt mit blaublühendem Immergrün".

Jetzt ist die Pflanze auf dem Hochland weit verbreitet, ich habe sie in Agua Garcia, um Tacoronte und von da an der Landstrasse nach Laguna, in El Rodeo, Los Baladios, in der ganzen Vega von Laguna angetroffen, wo sie bis Las Mercedes und La Jardina wächst, auch im Tal von Tequeste, um Pedro Alvarez und an den meerwärts schauenden Hängen und in den Barranken der Hügelreihe, die sich von Tacoronte über Portezuelo bis Guamasa hinzieht.

Samen habe ich nie bemerkt, trotz eifrigem Suchen; die Pflanze scheint sich vegetativ zu vermehren. Unter jedem Blattknoten finden sich zwei Wurzelanlagen, die bei genügender Feuchtigkeit rasch austreiben, wenn sie mit der Erde in Berührung kommen. Die Widerstandsfähigkeit der *Vinca* gegen Trockenheit ist gross; die nach dem langen Sommer fast vertrockneten, verschrumpft herabhängenden aber grün bleibenden Blätter werden nach dem ersten Regen wieder frisch und straff. Gegen das Ende der langen Blütezeit werden die Blüten nur ein Drittel so gross wie in März und April zur Zeit der Vollblüte.

Oxalis cernua Thunb. ist bereits bis auf den Kamm der Anagakordillere vorgedrungen, wo ich sie auf einer Blösse über Pedro Alvarez angetroffen habe. - Um Laguna kommt sie besonders gegen die Mesa Mota zu oft in dichten Massen auf den Wiesen vor, blüht aber dort nur sehr vereinzelt. Die Kühe fressen das Kraut gerne, es soll ihnen aber nicht gut bekommen. - Die Kinder saugen gern die Kronröhre aus, wie bei uns diejenigen der *Primula officinalis*. - Die Pflanze kommt mit grünen und mit braunrot gesprenkelten Blättern vor.

Amaryllis belladonna L. findet sich häufig verwildert an Feldgräben um Laguna; zwischen San Benito, Atalaya und der Avenida de San Diego, in besonderer Menge aber im Barranco de los Trasos südwestl. von Laguna gegen La Suerta. Der Beginn ihrer Blüte, September, ist zugleich kennzeichnend für den Anfang des europäischen Herbstes und des afrikanischen Frühlings.

Im gleichen Bco. de los Trasos findet sich *Petroselinum petroselinum (L.)* zahlreich verwildert.

Bowlesia glandulosa (Poir.) O.K. halte ich auch für eine ursprünglich der Kanarenflora fremde Pflanze. Wenn SCHENCK sie "geographisch so geheimnisvoll" nennt und "im Schatten des Viñático" wachsen lässt, so muss ich doch bemerkne, dass nach meinen Beobachtungen die Pflanze nie im eigentlichen Wald vorkommt; sie kann vielmehr eine ganz gehörige Portion Hitze vertragen, zieht aber den leichten Schatten von Opuntiendickichten, Brombeerhecken und anderem Gestrüpp vor. Durch ihre Kletthaare wird sie sehr leicht verschleppt und findet sich in höheren Lagen allenthalben an Wegen, sodass schon LEOPOLD v. BUCH fragt: "Oder sollte vielleicht mit den Bataten jene wunderbare *Bowlesia oppositifolia* eingeführt worden sein, deren wenige ähnliche Arten nur in Peru vorkommen und die auf Tenerife nicht mit wilden, sondern nur mit Ruderalpflanzen vereinigt gefunden wird?". - Nach MASFERRER ist sie der *B. lobata R. et Pav.* der peruanischen Anden sehr nahe verwandt.

Gerade ihr Vorkommen an Wegen, in Barranken und auf sonstigem Ödland bestärkt mich in meiner Annahme. Ihr gleichzeitiges Vorkommen in Marokko schliesst eine Verschleppung von dort und umgekehrt nicht aus, da zwischen Marokko und Tenerife ein lebhafter Handel mit lebendem Vieh stattfindet.

Wenn BOLLETER die Art "insektivor" nennt (Bilder und Studien von einer Reise nach den kanarischen Inseln, Leipzig 1910, Seite 77 und 98), so ist das eine durch keinerlei Beweis gestützte Behauptung, wie deren sich sehr viele in den Veröffentlichungen über die Kanaren finden.

Solanum lycopersicum L. fa. humboldti (Willd.). - Um Santa Cruz, Laguna, Tegueste, zwischen Bajamar und La Hoya. Pflanze mehrjährig, am Stengelgrund holzig, mehrstengelig mit ausgebreitet miederliegenden, gegen die Spitze aufsteigenden, langen Trieben; junge Pflanze aufrecht. Triebe bis 1 m lang. Blätter narkotisch, (mir) fast angenehm duftend. Kelchblätter zurückgekrümmt, von der Frucht abstehend. Frucht büschelig, kirschgross, rot oder dunkel orange, rund, glatt, glänzend; wird wie diejenige der Kulturform verbraucht, wenn solche mangelt. Trägt das ganze Jahr.

SAUER und MASFERRER stellen zu dieser Form *S. foliosum Lk.* als Synonym. Ich kann ihnen nicht folgen, denn *S. lycopersicum fa. humboldti* hat g e l b e Blüten, während LINK seiner Art ausdrücklich *S. nigrum* -Blüten, also w e i s s e, gibt.

Asparagus asparagoides (L.) . - In Hecken und auf Mauern um Laguna nicht selten, ebenso in Tacoronte (leg. GÜNTERT) und an der Landstrasse oberhalb des Callejón de los laureles oberhalb Tegueste. Die gelegentlich ebenfalls (neben *Semele androgyna*) "Gibalbera" genannte Pflanze zieht im Sommer ein. Beim Umgraben bzw. Pflügen werden die mit Knollenwurzeln versehenen Rhizome ausgelesen und mit anderem Abfall auf die mörtellos aufgeführten Steinmauern, den allgemeinen Abfallort, geworfen, wo sie dank ihrer Zähigkeit im Herbst weiterwachsen.

LANG- UND KURZTRIEBE VON CONVOLVULUS FLORIDUS L.f.

Die hübsche, in der Tracht an ein riesiges, strauchiges *Thesium* erinnernde Pflanze wird in Laguna in Anlagen gern gepflanzt, so findet sie sich auf der Plaza del Adelantado, auf der Plaza de la Catedral, in der Avenida de San Diego. Wild habe ich sie im Bco. Tahodio, im Valle Tabares, im Bco. de la Goleta vom Steilabsturz abwärts, und zwischen Tegina und Bajamar angetroffen. Sie besitzt Lang- und Kurztriebe. Nach der Blüte lassen sich zwei Formen unterscheiden: neben der gewöhnlichen Form mit trichterförmigen Kronen finden sich andere Pflanzen mit fünflappiger Krone. Beide Blütenformen habe ich nie an der gleichen Pflanze angetroffen. (Vergl. v. SPIESSEN in Allg. bot. Zeitschr. XIX (1913) p. 59). Auch die Laubblätter scheinen je nach der Blütenform etwas verschieden zu sein.

FÜNFZÄHLIGE BLÜTEN DER CRASSULA MUSCOSA (L.) SCHÖNL.

Das kleine Pflänzchen liebt unbewachsene, mit wenig Erde bedeckte Vertiefungen des Felsbodens, in denen sich die Feuchtigkeit eine zeitlang hält. Um Laguna fand ich es an folgenden Stellen: San Roque, oberster Teil; Lomo del Bronco; Valle Tabares zwischen Pico Colorado und Mesa Gallardina; öder Landstreifen rechts der Strasse Laguna-San Christobal, in Mengen; Steinmauer an der Landstrasse zwischen Las Canteras und der Cuesta de San Bernabé, häufig. - Am letztgenannten Ort ist die Pflanze oben a u f der Mauer klein, braunrot, mit d r e izähligen Blüten. Z w i s c h e n den Steinen in nach Norden gerichteten Lücken auf Moospolstern findet sich eine grosse, grüne S c h a t t e n f o r m mit f ü n f-zähligen Blüten.

DIE INFLORESZENZ VON EUCALYPTUS GLOBULUS.

Gewöhnlich finden sich die Blüten der *Eucalyptus globulus Labill.* einzeln in den Blattwinkeln, mit verschmälertem Grund scheinbar einem deutlich abgegliederten Blütenstiel aufsitzend. Andere Arten besitzen drei- und mehrblütige Dolden oder Köpfchen. Dass es sich auch bei *E. globulus* nicht um eine gestielte Einzelblüte, sondern um eine sitzende Blüte auf einer kurzen Infloreseszenzaxe handelt, haben mir zahlreiche Funde gezeigt. Auf der schönen *Eucalyptus*-Allee, die von Laguna nach Las Canteras führt, untersuchte ich am 11. und 12. Dezember 1916 verschiedene starke, blüten- und fruchttragende Äste des Baumes, die zwecks leichterer Samengewinnung abgehauen worden waren, auf das Vorhandensein von Schildläusen. Dabei wurde ich auf 2- und 3-blütige Infloreszenzen aufmerksam, wobei statt der im allgemeinen vorhandenen Einzelblüte die Mehrzahl dem gleichen kurzen Stiel aufsass, und zwar sowohl neben- als auch übereinander. Am häufigsten waren drei Blüten seitlich nebeneinander. Ich fasse also den Blütenstand als ursprünglich 5-blütig auf, mit meist allein entwickelter Mittelblüte. Ein-, zwei- und dreigliedrige Infloreszenzen können an ein und demselben Zweig vorkommen.

Die Spalten, mit denen die reife Kapsel sich öffnet, können in der Zahl von 3 - 6 wechseln. Am häufigsten sind 5, dann meisthäufig 4. Drei- bis sechsspaltige Früchte finden sich gleichfalls am nämlichen Zweig.

BEMERKUNGEN ÜBER CEROPEGIA DICHOTOMA HAW.

Der Landbevölkerung von Tenerife ist die Pflanze im allgemeinen gut bekannt, aber nicht unter dem in der Literatur zu findenden Namen "Mataperro" (=Hundstöter) sondern als "Cardoncillo", was "kleiner Cardón (= *Euphorbia canariensis L.*) besagt. Leider habe ich die Art nie finden können. Sie soll bei Santa Cruz und über Tegina vorkommen. Sprosse habe ich aus Arafo und Puerto de la Cruz erhalten. An ihnen konnte ich an den stehengebliebenen Blattbasen kleine, etwa 1 mm lange, dicke, stumpf-spitzige Nebenblätter ohne Gefässbündel, aber mit Chlorophyll beobachten (ein Gleiches meldet A. BERGER in "Stapelien und Kleinien (Stuttgart 1910) für einige Stapelien).

Interessant ist an den Sprossen der *Ceropegia* der ausgeprägte negative Geotropismus bei mangelndem Phototropismus: wenn man eingewurzelte Sprosse schräg stellt, so richten sie sich bogenförmig auf, bis der Spitzenteil senkrecht steht; aber nie, auch bei scharf einseitiger Beleuchtung, z.B. am Fenster, wird die Senkrechte verlassen.

UMGEKEHRT KEGELFÖRMIGE STÄMME VON DIKOTYLEN.

In den "Grundzügen der Systematik und speziellen Pflanzenmorphologie (Leipzig 1882) schreibt GOEBEL (S. 490 u. f.): "Wenn die Keimaxe zum Hauptstamm erstarkt, mag sie aufrecht oder als Rhizom kriechend sich ausbilden, so nimmt sie die Form eines umgekehrten Kegels an, der je nach der Länge der Internodien gestreckt oder niedrig ist; es beruht diese Eigenschaft, welche die Monokotylen mit den Farnen gemeinsam haben, auf dem Mangel des nachträglichen Dickenwachstums; die zuerst gebildeten Stammglieder behalten ihren Umfang, während jedes folgende umfangreicher wird; die Stammquerschnitte sind also um so dicker, je näher die dem Scheitel liegen; so lange dies fortgeht, ist der Stamm in der Erstarkung begriffen; eher oder später kommt aber eine Zeit, wo jedes Stammglied dieselbe Dicke annimmt wie die vorigen, dann wächst der Stamm cylindrisch, oder wenn er breit gedrückt ist (wie manche Rhizome), doch in gleichmässiger Stärke fort; ähnlich verhalten sich auch die Seitensprosse, wenn sie tief unten am Hauptstamm entspringen (*Aloe* u.a.)".

Dass diese Behauptung in ihrer Allgemeinheit nicht richtig ist, hat SCHOUTE für *Pandanus* nachgewiesen. Dem gleichen Autor verdanken wir den Nachweis, dass die Keimaxe auch bei Monokotylen mit sekundärem Dickenwachstum die Form eines umgekehrten Kegels besitzt, welche nachträglich durch den Sekundärzuwachs verschwindet. Aber auch für Rhizome ohne Sekundärzuwachs stimmt GOEBELs Angabe nicht durch-

aus, wie ein Blick auf das Rhizom von *Polygonatum* zeigt, wo sich die Form des umgekehrten Kegels andauernd wiederholt, ohne in die Zylinderform überzugehen.

Sogar trotz dem Sekundärzuwachs kann die Form des umgekehrten Kegels beibehalten werden. Beispiel: Im Jahr 1909 erhielt ich von der Firma HAGENBECK in Stellingen ein etwa 1,5 m hohes Exemplar von *Aloe eru Berg.* aus der Umgegend von Harrar in Abessinien. Der Stamm hatte anfänglich der Erde aufgelegen, dann war er bogig seitlich und aufwärts gekrümmt und endlich aufrecht. Ich entnehme dem in Alkohol aufbewahrten Material folgende Angaben: Stammgrund 18 mm breit, in der Höhe von 32 mm von unten plötzlich auf 30 mm verbreitert (stets Durchmesser); 7 cm über d. Verbreiterung besitzt der Primärzylinder 15 mm Durchmesser. Sekundärzuwachs an der gleichen Querschnittsfläche auf der nach unten gekehrten Seite, der zahlreiche Wurzeln entspringen, 9 mm, auf der Gegenseite 3 mm Durchmesser. Nach weiteren 7 cm Länge ist der Stamm im Querschnitt nicht kreisrund, sondern seitlich abgeflacht: von rechts nach links hater 3, von oben nach unten 3,7 cm Durchmesser. Abermals 2 cm weiter, also in 19,2 cm Höhe von unten (auf cm 18 entspringt die oberste Wurzel) sind die Durchmesserzahlen 32 : 38 mm, und nochmals 5,5 cm höher 36 : 40 mm. Hier hat der Primärzylinder 31 bzw. 32 mm, der Sekundärzuwachs 0,5 bzw. 3 mm Durchmesser. O b e n i s t a l s o d e r P r i m ä r z y l i n d e r o h n e d e n S e k u n d ä r z u w a c h s i m Q u e r s c h n i t t b r e i t e r a l s u n t e n b e i d e z u s a m m e n. Von Interesse, zwar nicht für die in Rede stehende Wuchsart, wohl aber für die Auffassung der Stammbündel lediglich als Verbindungen der Blattstränge mit dem Leitbündelsystem der Wurzeln ist der auffällig grössere Sekundärzuwachs der Wurzelseite.

Das gleiche Verhalten der umgekehrten Kegelform zeigen die von mir auf Teneriffe untersuchten verzweigten Drachenbäume an den Verzweigungen, doch kann man es auch an jungen, noch einfachen beobachten.

Der Stamm der Monokotylen wächst also in der Form eines umgekehrten Kegels, ob er nun im Besitz eines Sekundärmeristems und des daraus hervorgegangenen Zuwachses ist oder nicht, bis zur "Erstarkung", d.h. nach meiner Auffassung bis zur Blühfähigkeit. Der Blütenstand, der einen bedeutend geringeren Durchmesser hat als der Stamm, bedingt eine rasch zunehmende Verjüngung des Stammes, daher die Keulenform (theoretisch haben wir zwei aufeinandergesetzte Kegel von sehr verschiedener Höhe). Nachher, gleichgiltig ob der Blütenstand entwickelt wird oder nicht - der zweite Fall ist sehr häufig - wird der Stamm durch mehrere, oft zwei, selten 1 Zweige bzw. Zweig fortgesetzt, wobei sich die Wuchsform wiederholt.

Ich war sehr überrascht, genau die gleiche Wuchsart bei verschiedenen Dikotylen vorzufinden. Es ist bekannt, dass verschiedene (wohl nicht nur kanarische) *Euphorbia*-Arten die Wuchsform des Drachenbaums aufweisen. Die Hauptaxe und die Verzweigungen verdicken sich nach oben kegelförmig, um sehr plötzlich den Duchmesser zu verringern und in den Blütenstand überzugehen. Misst man auf Querschnitten nach, so findet man, dass im oberen, dickeren Teil das Mark grössren Durchmesser besitzt als im unteren. Dass der Hauptstamm meist richtige Kegelform besitzt, hängt mit dem vermehrten Sekundärzuwachs infolge des Wurzelanschlusses zusammen, muss daher bei der Betrachtung der ursprünglichen Wuchsform als sekundär ausscheiden, genau wie bei den Monokotylen. So verhalten sich *Euphorbia regis-jubae Webb* und ihre näheren Verwandten. Weiter fand ich das Gleiche bei *Nicotiana glauca L.* und *Datura metel L.*, an jungen Pflanzen. Ferner an *Sempervivum*-Arten, bei *Echium simplex DC.* und *E. wildpreti Pears.* An einem 10 cm langen Stammdtück von *Sempervivum urbicum Sm.* stellte ich am unteren, älteren Teil 15 mm Gesamtdurchmesser fest, Mark 8 mm. Am jüngeren, oberen Teil sind die entsprechenden Zahlen 19 und 12. Dabei ist der sekundäre Holzteil unten 2 und oben 2,5 mm dick. Der Holzring allein gemessen hat oben 17, unten 12 - 13 mm äusseren Durchmesser. Einem andern, gleichfalls trockenen Stammstück einer robusten, unverzweigten *Sempervivum*-Art aus dem Valle Collino auf Tenerife entnehme ich folgende Zahlen: Unten 24 mm Gesamtdurchmesser, Holzring 21 mm äussere Durchmesser bei 5 mm Dicke, Mark 11 mm Durchmesser. Das wirkliche Stammende besitze ich nicht. 30 cm darüber hat der Stamm, der hier (durchs Trocknen) etwas abgeflacht ist, ± 31 mm Durchmesser, der etwa 0,5 mm dicke Holzring 24 mm, das Mark 23 mm Durchmesser; starke Wellung des Holzringes und tie-

fe Längsfurchen des Stammes am oberen Teil weisen auf beträchtliche Schrumpfung. Auch *Cycas revoluta* scheint, wenigstens an jugendlichen Stücken, ähnliche Verhältnisse zu bieten, doch ist mein Material zu einer genaueren Untersuchung nicht ausreichend.

Das Eine steht auf jeden Fall fest, dass sowohl bei Dikotylen als auch bei Monokotylen wie bei Farnen Fälle vorkommen, wo der Stamm ganz unabhängig von sekundären Cambien, d.h. gleich ob sie vorhanden sind oder fehlen, die Form eines umgekehrten Kegels annimmt, indem durch die Tätigkeit des Primärmeristems des Vegetationskegels die jüngeren Stammabschnitte grösseren Durchmesser erhalten als die nächstälteren.

Man braucht übrigens nicht nach Tenerife zu fahren, um das festzustellen: man kann es an jedem Kohlstrunk sehen.

DIE VERZWEIGUNG DER STRELITZIA REGINAE.

Im ersten Blumenhof (Patio) des Instituto de Canarias in La Laguna de Tenerife findet sich *Strelitzia reginae Banks* in prächtigen, willig blühenden Büschen. Da mir bislang unbekannt geblieben war, wie sich diese Pflanze verzweigt, habe ich sie mir dort genauer angesehen und etwas so interessantes gefunden, dass ich die Sache nach meiner Rückkunft an Pflanzen des Hamburger botanischen Gartens weiter verfolgte, wie auch an einer jetzt (Jänner 1923) etwa 12-jährigen, von mir selbst im Zimmer aus Samen gezogenen Pflanze, die ich am Fenster meines Arbeitszimmers pflege und so immer bequem beobachten kann.

Ich habe gefunden, dass der Vegetationsscheitel der Keimaxe nach einer Anzahl von Jahren plötzlich das Wachstum einstellt; ob das im Zusammenhang mit einem fehlgeschlagenen Blütenschaft erfolgt, kann ich nur vermuten, weil ich bisher keine Pflanze der Untersuchung opfern konnte bzw. wollte und mein Exemplar noch nicht geblüht hat. In der Achsel des obersten Blattes treiben darauf zwei kollaterale Knospen aus. Nach einiger Zeit sieht man dann die beiden durch die dicke Mutteraxe lange verbunden bleibenden Triebe in einem 90° oft weit übersteigenden Winkel auseinanderstreben, wobei aber das Tragblatt noch lange Zeit lebendig bleibt. Da dieses Auseinanderstreben bei Pflanzen des freien Grundes durch den Widerstand des umgebenden Bodens oft kaum wahrnehmbar ist, empfiehlt sich die Beobachtung von Topfpflanzen. Die ersten Blätter der Achselsprosse, die Vorblätter, sind am Grund stumpf zweikielig, im übrigen den Laubblättern völlig gleich gestaltet; häufig verwachsen sie, ihrer gegenseitigen Stellung entsprechend etwas schräg, bis zur Spitze miteinander, die Spreiten längs der Mittelrippe, sich die Aussen- (Unter- oder Rückenseite) zuwendend. Die Blattstellung der kollateralen Triebe ist spiegelbildlich gleich.

Die völlig den Laubblättern gleichenden Vorblätter dieser Triebe beweisen mir, dass es sich bei den Vorblättern der Monokotylen nicht um ein ursprünglich aus 2 getrennten Blättern bestehendes Gebilde handelt, wie von mancher Seite behauptet wird, sondern um ein einziges, einheitliches Blatt.

Die Vermutung liegt wohl sehr nahe, die Meldungen von Doppelblättern bei *Strelitzia*, die PENZIG in seiner Pflanzen-Teratologie (2. ed. III, p. 326) aufzählt, auf Fälle zu beziehen, die dem geschilderten entsprechen.

Nun gibt PENZIG auch eine Beobachtung C. DE CANDOLLEs wieder, wonach "einmal die beiden letzten Laubblätter des Stammes längs miteinander verwachsen waren: die Stammspitze war dadurch gezwungen worden, sich gabelig zu teilen". Natürlich handelt es sich dabei um eine der beschriebenen gleiche pseudodichotome Verzweigung, es ist aber schwer ersichtlich, wie DE CANDOLLE sich das gedacht hat. Denn wenn er eine echte Gabelung des Scheitels gemeint hat, so mussten unweigerlich die Gabelsprosse die Verwachsungen durchbrechen. Das hätte aber dann auch die einheitliche Spitze fertig gebracht. Oder er hat zwei u n t e r der Verwachsungsstelle entspringende Sprosse bemerkt, dann würde es sich um normale Seitensprosse der unter den verwachsenen Blättern befindlichen Blätter handeln, also um einen Fall, wie er nach Verletzungen des Stammscheitels bei Monokotylen sehr häufig ist, mit meiner Feststellung aber nicht das geringste zutun hat.

Mit der Aufhellung der Verzweigung durch ein kollaterales Knospenpaar ist auch die Beobachtung, "dass (bei *Strelitzia reginae*) oft die distiche Blattstellung durch unmotiviertes (! LDGR.) Auftreten anders orientierter Blätter gestört wird" (WIGAND, siehe PENZIG l.c.), zur Zufriedenheit aus der Welt geschafft, abgesehen davon, dass eine solche Störung schon durch das Austreiben einer einzelnen Achselknospe einträte, denn bei *Strelitzia* entwickelt sich das neue Blatt stets aus der Scheide des nächstälteren, bereits vollständig ausgebildeten.

Die gleiche Verzweigungsart beobachtete ich an einer geköpften *Aloe variegata L.* Während diese Art sich normal durch achselständige, dem unterirdischen Stammteil entspringende, dünne Ausläufer weniger verzweigt als vermehrt, hatte das in Rede stehende Exemplar aus der Achsel des obersten und zufälliger Weise allein erhalten gebliebenen Blattes zwei kräftige kollaterale Knospen getrieben, mit ebenfalls spiegelbildlich gleicher Blattstellung.

Weiter habe ich diese scheinbare Dichotomie bei einer unbestimmten *Chamaedorea* in einer Gärtnerei in Sante Cruz de Tenerife gefunden. Vielleicht handelt es sich dabei um dieselbe Art (*Ch. martiana*), bei der VELENOWSKY die von SCHOUTE beschrieben "echte Dichotomie" gefunden zu haben glaubte.

Denn, so hoch ich VELENOWSKYs "Morphologie der Pflanzen" schätze - nach meiner Ansicht ist es trotz mancher irrigen Auffassung das beste, von streng wissenschaftlichem Geist erfüllte Werk über botanische Morphologie, das wir besitzen -, so kann ich doch VELENOWSKY in der Bewertung von SCHOUTEs "Dichotomie bei *Hyphaene*" nicht folgen, sondern ich bin der Ansicht, dass es sich auch bei *Hyphaene* um das regelmässige Austreiben zweier kollateraler Achselknospen handelt, das den scheinbar dichotomen Aufbau der genannten Palme bedingt. Das sogenannte "Angularblatt" ist m.E. das Tragblatt der Achselsprosse. Der Fall bedarf dringend einer erneuten Prüfung.

Ich glaube, auch annehmen zu dürfen, dass sich *Nipa fruticans Wurmb.* durch kollaterale Achselknospen verzweigt. Leider ist mein Material so ungenügend, dass es mir nicht erlaubt, die Sache mit Sicherheit festzustellen. Ich kam eines Tages in den Hamburger botanischen Garten, als gerade eine verfaulte *Nipa* weggeschafft werden sollte. Nur ein etwa 10 cm langer Teil eines Blattgrundes war etwas besser erhalten, und ausgerechnet dieser Teil enthielt in zwei gleichlaufenden, der Oberseite genäherten, nach aussen geschlossenen Höhlungen, die natürlich geschlossenen Blattscheiden entsprechen, die gefalteten, die Höhlungen ausfüllenden Teile je eines jungen Blattes. Nachdem die Blätter der *Nipa* sonst nur eine, an der Spitze offene Scheide besitzen, möchte ich den beschriebenen Teil als den untersten Teil eines Doppelblattes ansprechen.

Verzweigung durch kollaterales Knospen ist bei Monokotylen an sich nichts neues. Wohl aber ist das neu, dass diese Verzweigung so nah am Scheitel der Sprosse erfolgt. Wir können die "scheitelnahe Kollateralverzweigung", wie ich sie nennen will, als Analogon der Verzweigung nach Art der *Aloe dichotoma* betrachten, bei der zwei einfache Achselknospen an der Stammspitze austreiben. In beiden Fällen liegt eine Scheingabelung durch Achselknospen vor.

ANOMALER BAU DER PFAHLWURZEL VON DAPHNE GNIDIUM.

Bei der Suche nach Schildläusen hatte ich eines Tages auch an der mächtigen Pfahlwurzel von *Daphne gnidium L.* Erfolg. Da man, wenn irgend möglich, Schildläuse stets im Zusammenhang mit dem von ihnen besiedelten Teil der Nährpflanze der Sammlung einverleibt, schälte ich also die Wurzelrinde ab und machte dabei die Entdeckung, dass das Wurzelinnere nicht die gwöhnliche Struktur besitzt. Natürlich begnügte ich mich nicht mit der Untersuchung einer einzigen Wurzel, sondern prüfte den Befund an vielen nach. Das hat keine Not, denn auf den Hügeln um Laguna ist *Daphne gnidium* eine sehr häufige Pflanze. Zunächst konnte ich auch feststellen, dass die Pfahlwurzel oft ausserordentliche Dicke erreicht, so mass ich am 20. III. in San Diego del Monte eine, welche 5 cm unterhalb der Ursprungsstelle der Sprosse 30 cm Umfang hatte.

Da ich in der Literatur keine Angabe über eine amomale Wurzelstruktur der

Daphne auffinden konnte, will ich die Sache kurz beschreiben. Macht man einen Querschnitt durch eine dicke Wurzel in der Nähe des Sprosspoles, so meint man, einen Monokotylenstamm vor sich zu haben: Über die Fläche zerstreut finden sich zahlreiche rundliche, holzige Partien in weisses Parenchym eingebettet. Von einem Cambiumring ist nichts zu sehen. Ein tiefer entnommener Querschnitt zeigt auch noch zerstreute "Bündel" (ich will sie der Kürze wegen so nennen), dazu aber am Rand eine cambiale Zone mit deutlichem Holzteil. Auch die nicht selten vorhandenen stärkeren Seitenwurzeln sind so gebaut. Nach mikroskopischer Prüfung bin ich zu folgender Ansicht gekommen: Der Cambiumring zerreist in soviele Teile als Holzteile vorhanden sind. Jeder Teil kann sich zu einem Ring schliessen, der nach innen Holz, nach aussen Bast bildet, oft sieht man aber halb geschlossene oder offene, bogenförmige Stücke. Das Dickenwachstum der Teile, das auf der Bastseite vorwiegt, hat zur Folge, dass die zwischenliegenden Parenchymteile zusammengedrückt werden.

Es liegen also ähnliche Verhältnisse vor wie in den dicken Knollenwurzeln der *Sedum*-Arten aus der Verwandtschaft des *S. maximum Sut.* Zu prüfen ist, ob die eigenartige Struktur mit der ganzen Wachstumsweise der *Daphne* zusammenhängt. Man findet nämlich selten einen stärkeren Stamm; meist entspringen einer Wurzel zahlreiche gleichdünne Sprosse, die das gwöhnliche Dikotylen-Wachstum besitzen.

Zu bemerkne ist noch, dass Pfahl- wie auch stärkere Seitenwurzeln spiralig gedreht sind: die Drehung verläuft, die Wurzel mit dem Sprossende nach dem Beschauer gerichtet, von links unten nach rechts oben zur Wurzelspitze.

DIE DORNEN DER ELAEIS GUINEENSIS.

Streng genommen gehören die folgenden Zeilen nicht in die vorliegenden Bemerkungen, da sie keiner Kanarenpflanze gelten und auch nicht mit meiner zweiten Kanarenreise zusammenhängen. Ich habe aber die ihr zugrunde liegende Beobachtung auf meiner ersten Kanarenreise gemacht, und da ich die Sache nirgends erwähnt finden konnte, möchte ich sie hier einfügen.

Ein Angestellter der Alexandra WOERMANN, mit der ich im September 1910 von Tenerife zurückfuhr, hatte sich von Westafrika eine *Elaeis guineensis Jacq.* mitgebracht. An dieser Pflanze bemerkte ich, dass die unteren Blattfiedern bedornt sind, und zwar entstehen die Dornen auf eigenartige Weise. Die Blattfiedern sitzen mit knollig verdicktem Grund der Mittelrippe des Fiederblattes auf. Die Verdickung ist von oben nach unten etwa 6 mm und von vorn nach hinten (d.h. von der Ober- nach der Unterseite des Blattes zu gerechnet) 4 - 5 mm dick. Sie verschmälert sich plötzlich in einen etwa 7 mm langen Dorn, das Ganze erreicht also eine Länge von rund 1 cm. Der Dorn geht aus der Mittelrippe der Einzelfieder hervor, die sich etwa 8 mm von der Mittelrippe, auch seitlich, abgliedert, dabei aber am Leben bleibt und weiter assimiliert. Gegen die Blattmitte unterbleibt die Dornbildung allmählig. Ich habe späterhin zahlreiche Ölpalmen, sowohl Originalpflanzen aus Westafrika als in verschiedenen botanischen Gärten, darauf hin angesehen und die Sache regelmässig vorgefunden.

DIE LAUBBLÄTTER VON SEMELE ANDROGYNA, SEKUNDÄRVEGETATIVE BLÜTENSTÄNDE, UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE AUFFASSUNG DER MONOKOTYLEN.

Die erste Erwähnung der *Semele androgyna (L.) Kth.* stammt nach P. CANNARELLA (Malpighia XXV. 1912) von PETIVER 1695. Verhältnismässig sehr spät sind die grundständigen Laubblätter bekannt geworden, welche die Keimpflanze entwickelt. PENZIGs Pflanzenteratologie entnehme ich, dass DICKSON (1885) "wirkliche, mit Spreiten versehene Laubblätter entwickelt gefunden hat", ob an Keimpflanzen, ist mir unbekannt, weil ich DICKSONs Arbeit nicht habe einsehen können. Dann hat nach einer Bemerkung CASALIs (1892, nach CANNARELLA l.c. p. 254) DELPINO an Keimpflanzen Laubblätter ("sviluppatissime") ausgebildet gefunden nach Art mancher *Dracaena*-Arten. Endlich hat sie REINKE 1895 festgestellt. GOEBEL wiederholt in seiner "Organographie" (auch in der 2. Auflage) REINKEs Angabe und fügt hinzu, dass die grossen, wohl

entwickelten Laubblätter der Keimpflanze "später nicht mehr auftreten". Wir werden sehen, dass GOEBELs Ansicht in dieser Form nicht zu Recht besteht.

Da mir REINKEs Befund bekannt war, suchte ich natürlich eifrig nach beblätterten Keimpflanzen der *Semele*. Zeit hatte ich im Überfluss, denn während des ganzen Krieges war ich in Tenerife festgehalten. Lange suchte ich vergeblich, bis ich endlich am 26. Juli 1917 im Monte Minas de Abajo (in der Literatur als Mercedeswald bekannt) zwischen der sogenannten Casa del Agua und der neuen, durch den Wald über das Gebirge gelegten Landstrasse auf die ersten, mit richtigen gestielten Laubblättern versehenen Pflanzen stiess. Das erste, was mir auffiel, war der Grössenunterschied, der einem Floristen genügen könnte, aus jeder Pflanze eine "var. mihi" oder "forma mihi" zu machen; ich lasse Masse folgen: die eine Pflanze besitzt zwei Blätter, Blatt 1 ist 12 cm lang, 3,5 cm breit, auf den Stiel treffen 4 cm, Spreite also 8 cm; Blatt 2 hat einen Stiel von 11,5 cm, eine Spreite von 12,5 cm Länge und 7,3 cm grösster Breite. - Pflanze 2: 7 Blätter, im Gegensatz zur ersten Pflanze alle sehr schmal, die entwickeltsten bei 5 cm Stiel- und rund 8 cm Spreitenlänge 18 mm Höchstbreite der Spreite. - Die 3. Pflanze: zwei dem gleichen Rhizom angehörige Triebe, Blattstiele 2,5 bis 6 cm lang, Spreiten 52 bis 80 mm lang, 20 bis 38 mm breit. Die Pflanze nr. 3 besitzt ein ansehnliches, augenscheinlich ziemlich altes Rhizom mit zahlreichen abgestorbenen Trieben, zwei, wie schon erwähnt, lebend.

Am 13. August des gleichen Jahres traf ich im Waldteil Las Yedras des Anagagebirges, zwischen den Ortschaften Pedro Alvarez im Süden und Batán de Arriba im Norden des Gebirgskammes in einem lichten Bestand von *Ilex canariensis* eine Menge der *Semele* an, die windenden Stengel oft von Holzsammlern oder zur Ausschmückung bei Festlichkeiten (wozu die Triebe mitunter wagenweise gesammelt werden) abgeschnitten. Pflanzen mit rhizomständigen Blättern waren nicht selten, stellenweise wuchsen sie beisammen wie in deutschen Wäldern *Convallaria*. An diesem Tag nahm ich nur zwei Pflanzen mit, die eine mit 5, die andere mit 8 Laubblättern, deren Form und Grösse innerhalb der schon angegebenen Masse schwankten. Ich konnte aber weiter feststellen (was mir eine eingetopfte Pflanze bestätigte), dass diese Laubblätter in mehreren aufeinander folgenden Jahren gebildet werden, wobei jeder Neutrieb mit ansehnlichen Schuppenblättern beginnt. Laub- und Niederblätter besitzen einen in zwei nebenblattartigen Zipfeln endigenden Scheidenteil von dünner, hautiger Beschaffenheit. Bei den Laubblättern sind diese Verlängerungen der Scheide als richtige Nebenblätter zu bezeichnen, entsprechend DOMINs Auffassung der Nebenblätter, die VELENOVSKY auch für die Dikotylen angenommen hat und der ich mich anschliesse.

Am 13. und 16. Januar 1918 lieferte mir der gleiche Fundort Pflanzen, an denen sowohl Laubblätter als auch Sprosse mit Kladodien vorhanden sind. Ich will zunächst die Pflanze vom 13. beschreiben. An dem deutlich sympodial zusammengesetzten Rhizom finden sich am ältesten Teil zwei durch Niederblätter getrennte Laubblätter, nr. 1 mit 11 cm langem Blattstiel, Spreite sehr breit, kurz zugespitzt, 10 cm lang und 6,8 cm breit. Nr. 2: Stiel 15 cm lang, Spreite 11 cm lang, 7,5 cm breit. Darauf folgen 1 abgestorbener und zwei kladodientragende Sprosse, ferner eine Sprossknospe, alle am Grunde mit Niderblättern. Der 16. lieferte drei Pflanzen (d.h. ich habe nur 3 mitgenommen; vorhanden waren viele), die an verzweigten Rhizomen teils nur Laubblätter, teils gleichzeitig Kladodiensprosse tragen.

War es bei den bisher geschilderten Pflanzen schon sehr fraglich, ob die Laubblätter immer nur an der Keimaxe auftraten, so wurde mir doch erst am 14. August die Gewissheit, dass sie auch als Rückschlagserscheinung gebildet werden. Da fand ich dicht unter der neuen Landstrasse im Minas de Arriba, durch die aufgeschüttete Erde hindurchtreibend, eine zweitriebige *Semele*, und nicht weit entfernt davon eine weitere, die ich beide aushob. Beide besassen einen Kladodientrieb und einen mit Laubblättern. Der beblätterte Trieb war der jüngere. Der Sachverhalt ist folgender: die beiden je einen kladodientragenden Spross besitzenden Pflanzen wurden beim Bau der Landstrasse mit Erde teilweise verschüttet, was sich an der Färbung der 11 cm im Boden steckenden Triebe erkennen lässt, zudem waren sie durch die darauf geworfene Erde auf die Seite gedrückt worden. Aus dem zugehörigen Rhizom

war nun beidemal ein neuer Seitentrieb aufgewachsen, der eine 7 cm lange ausnahmsweise senkrecht in die Höhe wachsende sympodiale Verlängerung des Rhizoms darstellt und farblose Niederblätter und gestreckte Internodien aufweist. Die obersten, hier 5 cm langen Niederblätter stehen über der Bodenoberfläche, die Internodien sind nunmehr gestaucht. Dann folgen zwei grosse Laubblätter. Das oberste Niederblatt besitzt einen Scheidenteil von 22 mm Länge, die nebenblattartige Verlängerung ist 2 mm lang. Zwischen den "Nebenblättern" ist eine 3 cm lange, auf 13 mm häutig gesäumte Andeutung des Blattstieles zu sehen. Laubblätter: Nr. 1. mit 7 cm langem Stiel und 11 cm langer und 7 cm breiter Spreite; Nr. 2: Stiel 7, Spreite 10 cm lang, Spreitenbreite 6,2 cm.

Die zweite Pflanze nahm ich mit mir in mein Zimmer in Laguna und setzte sie in einen Blumentopf. Im November 1919 machte ich folgende Aufzeichnung über ihr Verhalten: Aus dem Scheitel des die beiden Laubblätter tragenden Sprosses hatte sich ein mit Kladodien versehener, sonst unverzweigter steriler "Blütenstand" erhoben. Im Oktober waren aus den Achseln der Laubblätter je eine Knospe ausgetrieben, die erst ein zweikieliges, adossiertes Vorblatt, dann 7 grüne Niderblätter bildeten, aus denen sich wiederum der kladodientragende entständige "Blütenstand" erhob. Zwischen dem kleineren Laubblatt und seiner Achselknospe bemerkte ich eine weitere kleinere Knospe.

Aus diesen Beobachtungen, über die ich bereits kurz berichtet habe (ENGLERs Jahrb. LVII, p. 55 - 56) folgt für mich, dass der oberirdische Spross von *Semele androgyna* nichts ist als ein "sekundärvegetativer" Blütenstand, wie er bei den Monokotylen sehr häufig vorkommt und über den ich noch einige Worte zu sagen haben werde.

Bei meinen Funden ist mir der Zufall zu Hilfe gekommen und hat, einmal durch die Holzsammler, das zweite mal durch die beim Strassenbau beschäftigten Erdarbeiter, für mich experimentiert. Ich habe die Versuche in Hamburg mit *Ruscus aculeatus L.* und *R. hypoglossum L.* fortgesetzt, indem ich den Pflanzen jeden austreibenden Seitenspross mit Ausnahme der rhizomständigen Niederblätter wegnahm, um sie zur Laubblatt-Bildung zu zwingen. Das einzige, was ich erreichte, war bei *Ruscus hypoglossum*, dass zuletzt nur noch ein endständiges Kladodium gebildet wurde. Dann kam der Winter und machte dem Versuch zunächst ein Ende. Bei *Ruscus aculeatus* erreichte ich weniger: die Pflanze ging ein.

Auch *Danae racemosa (L.) Mnch.* habe ich so behandelt; sie hat aber seit dem Beginn des Versuchs, obwohl mit lebenden Knospen, noch nicht wieder ausgetrieben. Dafür habe ich an einer reich verzweigten, kladodientragenden Pflanze dieser Art im Herbst 1921 bei HAAGE und SCHMIDT in Erfurt einen Rhizomast aufgefunden, der nach Kladodiensprossen wieder mit Laubblättern versehene Triebe entwickelt hatte. Die bereits durch VELENOWSKY bekannten Laubblätter sind ganz ansehnlich: Stiellänge des einen Blattes 7,2 cm, Spreite 7,3 cm lang und 4,2 cm breit, sonst bis auf die dunklere Farbe denen von *Semele* sehr ähnlich.

Ich wiederhole also nochmals, dass es sich bei den oberirdischen, kladodientragenden Sprossen von *Semele, Danae* und *Ruscus* um "sekundärvegetative Axen" handelt. Die Pflanzen haben ihre Laubblätter in der Reihenfolge ihrer Aufzählung steigend eingebüsst, der Blütenstand hat die Funktion der Blätter übernommen und Kladodien übertragen, weil anscheinend die Blätter des Blütenstandes schon zu funktionsuntüchtigen Schuppen umgebildet waren. In den drei genannten Gattungen ist dieser Funktionswechsel des Blütenstandes in jeder Gattung für sich erfolgt, daher die verschiedene Art der Umwandlung. Wohl aber muss die Neigung, die Laubblätter auszuschalten, schon einem gemeinsamen Vorfahren der Gattungen innegewohnt haben. Bei dieser gemeinsamen Grundform muss der Blütenstand schon fixiert gewesen sein, darauf deutet der gänzliche Mangel an vegetativen Knospen und die Unfähigkeit zur Bildung von Adventivknospen und -Wurzeln.

Die Bildung von "sekundärvegetativen Axen" ist bei den Monokotylen eine weit verbreitete Erscheinung, deren Verkennung bisher die Auffassung dieser Pflanzenklasse als phylogenetische Einheit sehr erschwert hat. Denn solche Axen finden sich in allen Familien und ihre Ausbildung ist in den meisten Fällen unabhängig von den anderen erfolgt.

Eine ausführliche Darstellung an diesem Ort ist aus verschiedenen Gründen nicht möglich; zu einer lückenlosen Ableitung sind ausserdem noch viele Einzeluntersuchungen nötig, sodass ich mich auf die Darstellung im Umriss beschränke.

Das aus vielen Beobachtungen erkannte, die morphologische Gestaltung der Monokotylen beherrschende Gesetz lautet:

In allen Monokotylenfamilien waltet die Tendenz, die Keimaxe als Träger der Assimilationsorgane auszuschalten und die Assimilation durch vegetative Ausgestaltung des ursprünglichen Blütenstandes zu ermöglichen.

Die ursprüngliche Primäraxe hat wohl stets die Fähigkeit gehabt, sich meristematisch zu verdicken. Das hierbei tätige Meristem ist räumlich und zeitlich die direkte Fortsetzung des im Vegetationsscheitel entstehenden Primärmeristems. Die "sekundärvegetativen Axen" besitzen die Fähigkeit, sich derart meristematisch sekundär zu verdicken, in k e i n e m Fall, weil die Blütenstände der Urformen (oder wenn man will der Blütenstand der Urform) diese Fähigkeit schon verloren hatte. Wohl aber können sie in anderer Weise ihre Gewebe vermehren.

Als Beispiel einer solchen Ableitung nehme ich einige Amaryllidaceen. *Agave attenuata S.-D.* gliedert sich in einen laubblattragenden Stammteil mit Sekundärzuwachs und in einen Blütenschaft mit gestreckten Internodien, apikal stets mehr rückgebildeten Blättern, deren Grund die zugehörige Axe nicht mehr scheidig umfasst. Der Infloreszenz-Axe fehlt ein Zuwachsvermögen. Ebensogut hätte ich *Agave americana L.* nennen können. Hier ist der Laubblatt-tragende Stamm schon fast auf die kleine beblätterte Region beschränkt. Von diesem Typ leitet sich einmal die Zwiebelform ab, wie sie sich bei *Crinum* findet (eine anscheinende Endform, bei der auch die Infloreszenzaxe Reduktionen erkennen lässt), andererseits können wir eine Weiterbildung in der Richtung der Ausgestaltung des Blütenstands zur vegetativen Axe in *Polyanthes tuberosa L.* feststellen.

Gehen wir zu den Liliaceen. Ich habe schon früher einmal die Arten der Gattung *Dracaena*, soweit sie in der Erscheinung der *D. draco L.* entsprechen, als altertümliche Formen angesprochen. Bleiben wir in der genannten Gattung, so können wir bereits hier die Neigung finden, die Bildung eines laubblattragenden oberirdischen Stammes herabzudrücken. Ich erinnere an die buschartig wachsende *D. surculosa Ldl.* Eine der vorhin genannten Gattung *Crinum* entsprechende Form finden wir in der Gattung *Hyacinthus*. Davon können wir hinsichtlich der Wuchsform *Bowiea volubilis Harv.* ableiten, bei deren schlingenden Sprossen bereits GOEBEL an die Entstehung aus einer Infloreszenz gedacht hat (Organographie, p. 631). Tatsächlich ist es auch eine assimilierende Infloreszenz, wie ich schon 1908 angegeben habe.

Die sekundärvegetativen Axen von *Semele* und Verwandten sind schon besprochen worden. Die Gattung *Asparagus* besitzt ebenfalls solche; ich möchte sie aber nicht in so engen Zusammenhang mit *Ruscus* bringen, als es gewöhnlich geschieht, denn z. B. *A. asparagoides (L.)* besitzt Laubknospen am vegetativen Blütenstand, andere *Asparagus*-Arten, so *A. retrofractus L.* und *A. tenuissimus hort.* lassen sich durch Stecklinge aus dem verlaubten Spross vermehren. Das alles deutet auf eine Verschiedenheit gegenüber *Ruscus*.

Die Zwiebelform haben wir als eine aus dem mit Zuwachs versehenen Stamm abgeleitete Form erkannt. Das gilt aber nur für die sogenannten S c h a l e n z w i e b e l n. Die S c h u p p e n z w i e b e l n (Beispiel *Lilium speciosum Thbg.*) sind eine ganz andere Bildung, deren Ableitung mir noch nicht ganz klar ist. Der Gedanke liegt ja sehr nahe, nachdem einmal die Natur der sekundärvegetativen Axen erkannt ist, sich solche Axen als völlig von der primären unabhängig zu denken, also auch mit ihnen selbst entspringender Bewurzelung. Ich bin geneigt, aus solchen sekundären Axen die Schuppenzwiebeln abzuleiten.

Dass wirklich solche sekundärvegetativen Blütenstände mit eigener Bewurzelung in der Natur vorhanden sind, zeigen uns die Palmen. Der oberirdischen Stamm z.B. bei den Arten der Gattung *Phoenix* ist nichts anderes. Die Primäraxe, die die Form eines umgekehrten Kegels besitzt, ist bei den meisten Palmen dem sekundären Stamm gegenüber gänzlich in den Hintergrund getreten. Ich betrachte also alle Palmstämme als sekundärvegetative Blütenstände, die end- oder seitendtändigen "Blütenstände" der Palmen sind demnach ebenfalls "sekundäre" Blütenstände.

Ich habe hier etwas nachzuholen. Zum Begriff der monokotylen Primäraxe in meiner Auffassung gehört auch der endständige Blütenstand. Nun werden bei verschiedenen Monokotylen Axen mit unbegrenztem Spitzenwachstum angegeben. Vielfach beruhen solche Angaben auf ungenügender Beobachtung oder Unterschätzung der Gesetze der Morphologie. "Morphologie" ist für viele ein veralteter Begriff, wenn es hoch kommt eine willkürliche Anschauung der Pflanzenteile. In Wirklcihkeit ist die Morphologie aber die Lehre der Erkenntnis, dass die Natur wie überall auch bei den Pflanzen mit einigen wenigen, ich hätte beinahe gesagt praktisch erporobten Grundformen arbeitet die wir in der Fülle der Erscheinungen mühselig erkannt haben oder noch erkennen wollen. Die Natur also, nicht der Mensch, hat die Grundlagen der Morphologie geschaffen. Die Auffassung der Palmstämme mit seitlichen "Blütenständen" als sekundärvegetative Blütenstände mit seitlichen Sekundär- und verkümmerten End-Blütenständen beseitigt für diese Pflanzenfamilie die unbegrenzt wachsenden Axen. Als Sekundäraxen (um kurz zu sein) besitzen sie keinen Meristemzuwachs, wie z.B. *Dracaena*. Alles Suchen nach einem Meristem muss verge-blich sein. Trotzdem verdicken sich manche Palmstämme nachträglich ganz bedeutend. So habe ich Stämme der *Washingtonia filamentosa (Wats.) Aschers. et Graebn.* gesehen, welche 20 cm unter den ältesten Blättern einen Durchmmesser von 30 cm, drei Meter tiefer aber einen solchen von 1 m besassen. Diese Dickenzunahme auf die Vergrösserung der vorhandenen Zellelemente zurückführen zu wollen, wie es zurzeit allgemein geschieht, ist vergebliches Bemühen. Wer diese Ansicht hegt, bedenkt nicht die Menge neuer Wurzeln, welche dem Stammgrund entspringen. Dem stark verdickten Stammgrund einer erwachsenen *Cocos nucifera L.* entspringen nach E. ELLENDT (23 Jahre Pflanzer in Niederländisch-Indien, Berlin-Friedenau 1913, S. 78) gegen 6000 Wurzeln. Jede Wurzel erheischt die Neubildung von zahlreichen Zellen im Stamm, um den Anschluss der Leitbündel an diejenigen des Stammes zu vollziehen. Tatsächlich findet eine solche Neubildung auch in reichem Masse über den ganzen Stammquerschnitt statt, die neu gebildeten Elemente schieben sich durch das sogenannte gleitende Wachstum zwischen die vorhandenen. Wir müssen demnach zur früheren Auffassung des Wachstums der Palmstämme zurückkehren. Die Fähigkeit, Wurzeln zu bilden, kommt im allgemeinen nur am Stammgrund zum Ausdruck. Mitunter artet sie aber in eine förmliche Wurzelsucht aus, die zeigt, dass der Stamm in seiner ganzen Ausdehnung ihrer teilhaftig ist. So fand ich im September 1914 im botanischen Garten von Orotava an einem Baum von *Phoenix dactylifer var. glaucus* Wurzeln bis in die Baumkrone in etwa 7 m Höhe, die obersten trieben zwischen den Blattbasen hervor. Wenn GRAEBNER bei *Phoenix* "bisweilen enorme, knorpelige Kalluswülste, ohne dass der Steckling Wurzeln macht" beobachtet haben will (SORAUER, Handb. d. Pflanzenkrankh. 4. ed. 1921, S. 819), so muss diese Angabe auf einer Verwechselung beruhen, denn hinsichtlich *Phoenix* ist sie durchaus falsch.

Auch die oberirdischen Sprosse der Dioscoreaceen sind von Blütenständen abzuleiten. Bei *Dioscorea elephantipes (L'Hérit.) Spr.* z.B. entbehren sie der vegetativen Knospen. Die Entstehung der ursprünglich exogenen, nur durch Überwallung später scheinbar endogenen Sprosse dieser Pflanze können wir durch Ableitung von Formen erklären, die wir heute noch bei *Nolina recurvata Engl.* lebend vor uns haben. Denken wir uns bei *Nolina* den dünnen Stammteil immer mehr rückgebildet bei gleichzeitger Verlaubung des Blütenstandes, so gelangen wir zu einer zunächst immergrünen Form, der die Ähnlichkeit (es handelt sich ja um keine phylogenetische Ableitung der Dioscoreaceen von *Nolina*) nicht abzustreiten ist.

In der Familie der Orchideen haben wir gleichfalls zahlreiche Beisoiele für die Ausbildung sekundärvegetativer Axen. *Cypripedium calceolus L.* z.B. besitzt eine solche Axe, die Arten der Gattung *Paphiopedilum* nicht (ich mache übrigens auf die grosse morphologische Ähnlichkeit der Gattung mit Irideen aufmerksam). Die Morphologie der Sekundäraxen der epiphytischen Orchideen zeigt uns auch die grosse Plastizität der aus Primärinfloreszenzen abzuleitenden Sekundäraxen, eine Eigenschaft, die der Primäraxe fast ganz abgeht.

Sache von Einzeluntersuchungen ist es nun, wie gesagt, die Zusammenhänge in den verschiedenen Familien festzustellen. Dass die hier mitgeteilten Tatsachen und Schlussfolgerungen der so eifrig gesuchten Ableitung der Monokotylen von den

Dikotylen in keiner Weise günstig sind, ist mit klar; ich bin auch stets für eine vollkommene Unabhängigkeit beider Pflanzengruppen eingetreten. Die ihnen gemeinsame Angiospermie ist m.E. eben beidemale für sich aufgetreten, wie die Heterosporie bei den Kryptogamen. Zwei "Keimblätter" hat schon *Selaginella*, und nur eines schon *Isoetes*. Auch ENGLER "möchte lieber für eine Gleichstellung der Monokotylen und der Dikotylen in dem Sinn plaidieren, dass beide nebeneinander entstanden sind" (Eng. Jahrb. XLIII.3. (1909) Literaturber. p. 29).

ETWAS NEUES VOM DRACHENBAUM.

Auf den Kanaren gewesen zu sein oder etwas darüber zu veröffentlichen und den Drachenbaum nicht erwähnen, so etwas gibt es einfach nicht. So ist noch in der 21. Auflage von SCHÜBLER-GRUBE, Geographische Charakterbilder (1. Teil, S. 753), erschienen im Jahre 1913, zu lesen; "In Orotava besucht jeder Reisende den riesigen Drachenbaum, der schon im 15. Jahrhundert als Grenzbaum genannt wird", obwohl dieser Baum nach zuverlässigen Nachrichten bereits am 2. Januar 1868 durch einen Sturm vernichtet worden ist.

Das Alter des Drachenbaumes ist durchaus überschätzt worden. Ich habe eine Reihe von Messungen an Drachenbäumen selbst ausgeführt und aus der Literatur zusammengestellt und bin zum Ergebnis gekommen, dass *Dracaena draco L.* zu den Bäumen gehört, die ein überaus schnelles Wachstum besitzen. Natürlich muss man etwas Monokotylenkenntnis besitzen und sich von seinen überlieferten Anschauungen aus der Lindenzweigbotanik freimachen können. Um hier nur ein Beispiel zu nennen: Im schon erwähnten Patio des Instituto de Canarias in Laguna steht ein (nach Angaben eines Instituts-Beamten im Jahre 1817 etwa 37 Jahre alter) junger Drago, der in 1 m Höhe einen Umfang von 1,23 m besass und sich in 2,15 m Höhe in 11 Äste von etwa 30 cm Länge geteilt hatte. Die grossen Bäume auf der Insel stehen alle an geschützten Stellen und sind augenscheinlich von der jetzigen Bevölkerung gepflanzt, so ganz sicher der Baum im Garten des Priesterseminars in Laguna, dessen Krone das Hausdach nicht überragt. Wild kommen so grosse Bäume auf Tenerife nicht vor. Im Jahre 1890 äusserte sich auch SIMONY gelegentlich der Erwähnung des Baumes von Icod wie folgt: "aber jedenfalls geht aus den in verschiedenen Jahren vorgenommenen Messungen der letzteren Art hervor, dass selbst bei alten Stämmen von *Dracaena draco* eine beträchtliche jährliche Massenzunahme erfolgen kann" (Mitt. geogr. Ges. Wien XXXIII (1890) p. 218). Da ich an anderer Stelle eine ausführliche Mitteilung darüber veröffentlichen werde, kann ich mich hier darauf beschränken, zu sagen, dass die Art nur an geschützten Stellen aus Mangel an widrigen Umständen zum grossen Baum wird, wobei eine Hauptsache nicht vergessen werden darf: Die Wurzeln müssen sich ausbreiten können, denn der ganze Sekundärzuwachs des Drago besteht eigentlich nur aus den Verbindungen der Blätter mit den von mir früher beschriebenen sekundären Adventivwurzeln. E. BAUR drückt das mit ähnlichen Worten aus: "Man sieht (am Stamm des Baumes von Icod) sehr deutlich, dass die sekundäre Stammverdickung teiweise darauf beruht, dass die abwärts wachsenden seitlichen Rhizomäste (das ist ein Irrtum, es handelt sich um Wurzeln LDGR.) mit dem Hauptstamm sich vereinigen" (FEDDEs Repert. XII (1913) p. 510).

Dracaena draco steht nach allen Angaben der *D. ombet Kotschy et Peyr.* und der *D. cinnabari Balf.* sehr nahe, soll sich aber durch bedeutendere Höhe, längere Lebensdauer und durch im Querschnitt runde Blattspitzen unterscheiden. Die ersteren beiden Punkte sind schon erledigt. Was den Unterschied in der Gestalt der Blattspitzen anlangt, so ist er gleichfalls hinfällig. Bei den langsam wachsenden Exemplaren unserer Gewächshäuser freilich, die ein Blatt nach dem andern aus dem Innern der Blattkrone herausschieben, ist die Blattspitze im Querschnitt rund, auf Tenerife und auch unter günstigen Verhältnissen bei uns kommen mehrere Blätter gleichzeitig zum Vorschein, die sich natürllich durch die enge Berührung gegenseitig abplatten, sodass zweischneidige und dreikantige Blattspitzen entstehen. Die genannten Arten sind also unter dem ältesten Namen als *Dracaene draco L.* oder unter Anwendung der Prioritätsgesetze als *Draco draco (L.)* zu vereinigen. Ich glaube, dass auch *Dracaena schizantha Bak.* kaum eine Form, von einer Varietät nicht

zu reden, davon ist und besser ebenfalls mit der kanarischen Art vereinigt wird.

Also im Westen und weit davon getrennt in Osten die gleiche Art. derselbe Fall liegt bei *Adiantum reniforme L.* vor, denn nach HILDE ist das auf Bourbon u. Mauritius lebende ***A. asarifolium Willd.*** artlich nicht von der kanarischen Pflanze zu unterscheiden, infolge dessen mit *A. reniforme* unter dessen Namen zu vereinigen.

Eine Erklärung der zahlreichen Fälle dieser Verbreitung hat SIMROTH zu geben versucht; er schreibt (Nachrichtsbl. d. Deustch. Malakozool. Ges. XLIV (1912) p. 114): "Nach d. Pendulationstheorie liegt der für die Kanaren massgebende Schöpfungsherd im Tertiär in den Mittelmeerländern. Als diese sich zur Eiszeit und während derselben am meisten nach Norden bewegt hatten, war notwendig eine Abwanderung der thermophilen Lebewesen nach Süden gegeben; sie ging um die Sahara herum, westlich am Rande des Atlantics, östlich durch die Oase des Niltales, und endete im Kapland".

Ob nun die Pendulationstheorie richtig ist oder nicht, auf jeden Fall ist die Südwanderung der Drachenbäume, deren Fossilreste in einer für mich mit der kanarischen identischen Art aus Südeuropa vorliegen, Tatsache, soweit wir überhaupt so etwas feststellen können. Meiner Ansicht nach hat der Drachenbaum noch nach der Eiszeit, vielleicht sogar noch in historischen Zeiten, in Südeuropa gelebt - ich denke an Südspanien - und ist erst durch den Menschen und seine Haustiere ausgerodet worden.

Die geographische Verbreitung der Gattung Acalypha.

Von RICHARD NITSCHKE (Breslau).

Eine Darstellung der geographischen Verbreitung der Gattung *Acalypha L.* ist bisher noch nicht versucht worden. Sie bereitet auch nicht unerhebliche Schwierigkeiten. Obwohl bereits reichliches Material, sowohl in Sammlungen, als auch in der Literatur vorliegt, sind doch die Angaben für die pflanzengeographische Auswertung zum grossen Teil recht dürftig. Das gilt besonders für das ältere Material. Es hat natürlich pflanzengeographisch wenig Bedeutung, wenn man weiss, dass eine Art in Arabien oder Afrika vorkommt, noch viel weniger natürlich, wenn sie, wie *Acalypha brachyclada*, entweder in Peru oder in Mexiko vorkommen soll. Genauere Angaben über den Standort, unter Berücksichtigung der Formation, der Höhenlage, des Substrats u.s.w. liegen erst aus neuerer Zeit vor, sind auch hier nicht die Regel und haben oft nicht die wünschenswerte Genauigkeit.

Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, dass die Gattung systematisch zusammenfassend von MÜLLER ARG. im Jahre 1866 in DE CANDOLLEs Prodromus XV 2 bearbeitet worden ist. MÜLLER kannte neben einigen, deren systematische Stellung nicht festzustellen war, 205 Arten. Seitdem hat sich aber durch zahlreiche neu beschriebene Arten ihre Zahl fast verdoppelt. Leider ist aber nur selten die systematische Stellung der neu beschriebenen Arten festgelegt worden. Auch inzwischen erschienene, meist recht wertvolle Florenwerke, wie die Flora of tropical Afrika, in der HUTCHINSON in Band VI.1. (1912) die Gattung bearbeitet hat und die Flora der Deutschen Schutzgebiete in der Südsee von SCHUMANN und LAUTERBACH (1901, Nachtrag 1905) nehmen auf das MÜLLERsche System nicht Bezug - eine Ausnahme macht nur die Flora Brasiliensis -sodass es sich als nötig erwies, ehe an eine pflanzengeographische Bearbeitung gegangen werden konnte, erst einmal den gegenwärtigen Artbestand festzustellen und die neu beschriebenen Arten in das von MÜLLER gegebene System einzureihen, soweit es, wenn kein Herbarmaterial zur Verfügung stand, nach der nicht immer ausreichenden Beschreibung möglich war. - Aber auch an der MÜLLERschen Auffassung haben mehr als 50 Jahre kritischer Forscherarbeit vielfach stark gerüttelt, sodass manche von ihm aufgestellte Art inzwischen ein-

gezogen, andere, von ihm zusammengezogene als selbständige Arten wieder hergestellt oder von ihm aufgestellte Varietäten als selbständige Arten abgespalten werden mussten. Diese im einzelnen oft recht komplizierte Nomenklaturarbeit soll hier nicht dargelegt werden. Es soll vielmehr zunächst im Anschluss an MÜLLER nur eine Übersicht gegeben werden, die den für die nachstehende Arbeit massgebenden Artbegriff erkennen lässt.

Diese Feststellung wird zweifellos in vielen Punkten wesentlich abgeändert werden durch die neue monographische Darstellung der Gattung, die mein hochverehrter Lehrer, Herr Prof. Dr. PAX und Fräulein KÄTHE HOFFMANN für das "Pflanzenreich" vorbereiten. Das Manuskript, soweit es fertig gestellt ist, durfte ich einsehen und bereits festgestellte neue Ergebnisse für diese Arbeit mit benützen, was ich mit dem Ausdruck meines besonderen Dankes hervorheben möchte. Wenn so auch, besonders inbezug auf die Umgrenzung der Arten sich in kurzer Zeit manches ändern wird, so steht doch zu hoffen, dass die vorweg geführte pflanzengeographische Untersuchung dadurch nicht wertlos werden wird, da ja eine Anzahl von Arten von den genannten Autoren bereits durchgearbeitet worden ist, da auch gerade die weiter verbreiteten Arten heute schon als gut umschrieben angesprochen werden können und die Feststellung neuer Arten mit beschränktem Vorkommen das pflanzengeographische Ergebnis wohl nicht wesentlich beeinträchtigen wird.

Da in einiger Zeit eine vollständige monographische Neubearbeitung der Gattung erscheinen wird, erübrigt es sich auch, hier die Synonyma und die gesamte Literatur anzuführen. Es sind in der nachstehenden Übersicht nur die Namen der angenommenen Arten angegeben und in diesem Sinne ohne Autorenbezeichnung durch die ganze Arbeit gebraucht. Auch ist von der Angabe der gesamten Literatur abgesehen worden, vielmehr sind nur die Stellen angeführt, die neben der Beschreibung die Literatur zusammenfassend zitieren.

I. SYSTEMATISCHE ÜBERSICHT.

I. DAS SYSTEM VON MÜLLER.

I. Sect. *LINOSTACHYS*: Weibl. Blütenstände ährig, traubig oder rispig; weibl. Brakteen frei, nicht blattartig auswachsend; Kelch 5-zählig ..... Spec. 1 - 15.
II. Sect. *EUACALYPHA*: Weibl. Brakteen mit der Axe kurz verwachsen, blattartig auswachsend; Kelch normal 3-zählig.
1. Ser. *Pleurostachyae.*
a. Subser. *Pleurostachyae-Hypandrae*: Ähren entweder zweigeschlechtlich, dann an der Spitze weiblich, oder ganz weiblich:.....Spec. 16 - 23
b. Subser. *Pleurostachyae-Acrandrae.*
A. *Pantogynae*: Ähren zweigeschlechtlich oder eingeschlechtlich; weibliche Ähren mit vielen Brakteen, niemals an der Spitze männlich:
§ *Pleurogynae*: Weibl. Ähren axillar .....Spec. 24 - 107
§§ *Acrogynae:* Weibl. Ähren terminal ..... Spec. 108 - 203
B. *Oligogynae:* Ähren zweigeschlechtlich, unten mit wenigen weibl. Brakteen oder ganz männlich..... Spec. 204 - 283
C. *Polygynae:* Ähren zweigeschlechtlich, unten mit zahlreichen weibl. Brakteen. Der männl. Teil des Blütenstandes ist zuweilen ganz verkümmert.
§ *Pleurogynae:* Ähren axillar ..... 284 - 296
§§ *Acrogynae* : Ähren terminal ..... 297 - 339
2. Ser. *Acrostachyae:* Ähren eingeschlechtlich, die männlichen terminal.....
Spec.340 - 358

II. SYSTEMATISCHE ARTEÜBERSICHT.

A. = annua; P. = perennis; L. = lignosa.

1. ***Acalypha platyphylla** Müll.-Arg.* - L. - DC. Prodr. XV.2. (1866) 800. - Engl. Jahrb. XXVI (1899) 505. - 2. *A. salicifolia Müll.-Arg.* - L. - DC. Prodr. XV.2. (1866) 800. - 3. *A. Schlechtendaliana Müll.-Arg.* - L. - DC. Prodr. XV.2. (1866)

800. - 4. *A. subandina Ule.* - L. - Verh. bot. Ver. Brandenb. L (1909) 77. - 5. *A. longipes Wats.* - L. - Proc. Amer. Acad. XXVI (1891) 149. - 6. *A. leptorhachis M.-Arg.* - L. - DC. Prodr. XV.2. (1866) 801. - 7. *A. Seleriana Greenm.* -L. - Field Columb. Mus. II (1907) 254. - 8. *A. Milleriana Urb.* -L.- Symb. Antill. I (1899) 338. - 9. *A. villosa Jacq.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 801; Flor. brasil. XI.2. (1874) 334; PITTIER, Fl. Costar. II (1900) 332; Bull. herb. Boiss. 2.V. (1905) 604. - 10. *A. subvillosa Mill.-Arg.* -L.- Flor. brasil. XI.2. (1874) 341. - 11. *A. costaricensis (O.Ktze.) Knobl.* -L.- O. Ktze. Revis. I (1891) 615; Just, Jahresber. XIX (1894) 337. - 12. *A. diminuta Baill.* -L.- Bull. soc. Linn. Paris II (1895) 1198 et 1281; Hist. Madagasc. XXXIV. Baill. Plant. Masc. II (1890) t. 194. - 13. *A. paniculata Miq.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 802; Koord. Exkursionsfl. Java II (1912) 497; This.-Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 497. - 14. *A. corylodes Rose.* -L.- Contr. U.S. Nat. Herb. I (1895) 357. - 15. *A. flagellata Millsp.* -L.- Field Col. Mus. II (1916) 417.
16. *A. emirnensis Baill.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 804. - 17. *A. madreporica Baill.* -L.- Bull. soc. Linn. Paris II (1895) 1181; Hist. Madag. XXXIV; Baill. Pl. Atl. II (1891) t. 186. - 18. *A. codonocalyx Baill.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 804; Hist. Madag. XXXIV; Baill. Pl. Atl. II (1891) t. 192. - 19. *A. Sonderiana Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 804; Kew Bull. (1913) 12. - 20. *A. Boiviana Baill.* -L.- DC. Prodr. XV,2. (1866) 805; This.-Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 897. - 21. *A. acrogyna Pax.* -L.- This. Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 897. - 22. *A. Engleri Pax.* -L.- This. Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 893. - 23. *A. chirindica S. Moore.* -L.- This. Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 885. 24. *A. caturus Bl.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 805; Medel. Dept. Landb. Batav. nr. 10 (1910) 510; Koord. Exkursionsfl. Java II (1912) 497. - 28. *A. grandis Bth.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 806; Schum.-Lauterb. Fl Schutzg. Südsee (1901) 401; Bot.-zool. Erg. Forschungsr. Samoa (1913) 127. - 26. *A. akoensis Hyata .* -L.- Journ. Coll. Sc. Tokyo XXX (1912) 266. - 27. *A. formosana Hyata.* -L.- Journ. Coll. Sc. Tokyo XXX (1912) 267. - 28. *A. novoguineensis Warb.* -L.- Engl. Jahrb. XIII (1891) 359. - 29. *A. longispica Warb.* -L.- Schum.-Lauterb. Fl. Schutzgeb. Südsee (1901) 401. - 30. *A. stipulacea Klotzsch.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 807; Schum.-Lauterb. Fl. Schutzgeb. Südsee (1901) 403. - 31. *A. grandibracteata Merr.* -L.- Phil. Journ. Sci. C Bot. V (1910) 191. - 32. *A. cardiophylla Merr.* -L.- Phil. Journ. Sci. C Bot. I (1906_ 80. - 33. *A. Forsteriana Mill-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 807. - 34. *A. Pancheriana Baill.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 808. - 35. *A. hernandifolia Sw.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 808. - 36. *A. Alexandri Urb.* -L.- Symb. Antill. V (1908) 387. - 37. *A. tarapotensis Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 808; Flor. brasil. XI.2. (1874) 343. - 38. *A. caucana Mill.-Arg.* -L.- DC. prodr. XV.2. (1866) 809. -39. *A. scandens Bth.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 809; Flor. Brasil. XI.2. (1874) 346. -40. *A. macrostachyoides Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 809. - 41. *A. macrostachya Jacq.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 810; Flor. Brasil. XI.2. (1874) 344; Pitt. Fl. Costar. II (1900) 333. - 42. *A. Williamsii Rusby.* -L.- Bull. N. Y. Bot. Gard. VIII (1912) 101. - 43. *A. Heterodonta Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 811.- 44. *A. oligantha Mill.-Arg.* -L.- DC. prodr. XV.2. (1899)811. - 45. *A. Grisebachiana (O. Ktze.) Pax et K. Hoffm.* - Rev. II (1891) 616. - 46. *A. Langiana Mill.-Arg.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 812. - 47. *A. neocaledonica Mill.-Arg.* -L.- DC. prodr. XV.2. (1866) 812. - 48. *A. elliptica Sw.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 812. - 49. *A. multispicata S. Wats.* -P.- Proc. Am. Acad. XXVI (1891) 148. - 50. *A. euphrasiostachys Bartlett* -L.- Proc. Am. Acad. XLIII (1907) 55. - 51. *A. callosa Bth.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 813. - 52. *A. dictyoneura Mill-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 813. - 53. *A. Hildebrandtii Baill.* -L.- Bull. soc. Linn. Paris II (1892) 1005. - 54. *A. hologyna Bak.* -L.- Journ. Linn. Soc. XX (1885) 441. - 55. *A. depauperata Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 813. - 56. *A. leptoclada Bth.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 814. - 57. *A. glandulosa Cav.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 814. - 58. *A. dioica S. Wats.* -L.- Proc. Am. Acad. XXV (1890) 162. - 59. *A. brevicaulis Mill.-Arg.* -P- DC. Prodr. XV.2. (1866) 814. - 60. *A. pilosa Cav.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 814. - 61. *A. simplicissima Millsp.* -A.- Field Col. Mus. Bot. II (1916) 417. -

62. *A. neogranatensis Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 815. - 63. *A. hispida Burm.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 815; Med. Dept. Landb. Batav. nr. 10 (1910) 18; Koord. Exk.-Fl. Java II (1912) 497; Schum.-Lauterb. Fl. Schutzgeb. Südsee (1901) 402. - 64. *A. cuneata Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. AV.2. (1866) 816; Flor. brasil. XI.2. (1874) 346. - 65. *A. Eggersii Pax.* -L.- Engl. Jahrb. XXVI (1899) 505. - 66. *A. acuminata Bth.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 816; Flor. brasil. XI.2. (1874) 347. - 67. *A. juruana Ule* -L.- Verh. bot. Ver. Bdbg. L (1909) 78. - 68. *A. inaequalis Rusb.* -L.- Bull. Torr. bot. Cl. (1901) 303. - 69. *A. virgata L.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 816. - 70. *A. rivularis Seem.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 817. - 71. *A. stenophylla K. Schum.* -P.- Schum.-Lauterb. Fl. Schutzgeb. Südsee (1901) 403. - 72. *A. latifolia Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 817. - 73. *A. Wilkesiana Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 817; Med. Dept. Landb. Bat. nr. 10 (1910) 20; Koord. Exk. Fl. Java II (1912) 497. - 74. *A. insulana Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 818; Schum.-Lauterb. Fl. Schutzgeb. Südsee (1901) 401; Bot.-zool. Erg. Forsch. Samoa (1913) 127. - 75. *A. stipularis Engl.* -L.- Engl. Jahrb. VII (1886) 462. - 76. *A. anisodontha Müll.-Arg.*-L- DC. Prodr. XV.2. (1866) 818. - 77. *A. nematorhachis Laut. et K. Schum.* -L.- Schum. et Lauterb. Fl. Schutzg. Südsee (1901) 402. - 78, *A. denudata Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 819. - 79. *A. repanda Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 819. - 80. *A. comorensis Pax.* -L.- Engl. Jahrb. XIX (1895) 95. - 81. *A. Lepinei Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 819. - 82. *A. distans Müll.-Arg.-L..*- DC. Prodr. CV.2. (1866) 820. - 83. *A. laevigata Sw.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 820. - 84. *A. pruinosa Urb.* -L.- Symb. Antill. V (1908) 388. - 85. *A. jamaicensis Britt.* -L.- Bull. Torr. bot. Cl. XXXIX (1912) 7. - 86. *A. fuscenscens Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 821; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 884. - 87. *A. Helenae Busc. et Muschl.* -L- Engl. Jahrb. XLIX (1913) 477. - 88. *A. dumetorum* Müll.-Arg. -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 821; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 898. - 89. *A. urophylla Pax.* -L.- Engl. Jahrb. XIX (1895) 96. - 90. *A. radula Bak,* -L.- Journ. Linn. Soc. XX (1883) 254; Hist. Madag. XXXIV. Baill. Pl. Atl. 2 (1891) t. 193. - 91. *A. Baroni Bak.* -L.- Journ. Linn. Soc. XX (1883) 254. - 92. *A. Lyallii Bak.* -L.- Journ. Linn. Soc. XX (1883) 255. - 93. *A. melochiaefolia Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 821. - 94. *A. trachyloba Müll.-Arg.* -L.- Flora LV (1872) 25. - 95. *A. glandulifera Rob. et Greenm.* -L.- Am. Journ. Sci. L (1895) 164. - 96. *A. fruticosa Forsk.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 822; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 895. - 97. *A. juliflora Pax.* -L.- Engl. Jahrb. XIX (1895) 95. - 98. *A. californica Bth.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 822. - 99. *A. comonduana Millsp.* -L.- Proc. Calif. Acad. 2. ser. II (1889) 222. - 100. *A. tricholoba Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 822. - 101. *A. microcephala Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 823. - 102. *A. capillipes Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 823. - 103. *A. spinescens Bth.* Hook. Ic. pl. 1877, t. 1291. - 104. *A. unibracteata Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 824. - 105. *A. leptopoda Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 824; Pitt. Fl. costar. II (1900) 333. - 106. *A. capitellata Brandegee.* - L.- Univ. Calif. Publ. VI (1915) 183. - 107. *A. sabulicola Brandegee.* -L.- Univ. Calif. Publ. VI (1915) 183. - 108. *A. peruviana Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 825. - 109. *A. Buchtiene Pax* -L.- Fedde, Repert. V (1908) 227. - 110. *A. controversa O. Ktze.* -L.- Rev. III.2. (1898) 290. - 111. *A. cuprea Herzog* . -L.- Fedde Repert. VII (1909) 60. - 112. *A. Brittoni Rusby* -L.- Bull. Torr. bot. Cl. XVII (1901) 303. - 113. *A. bullata Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 825. - 114. *A. Ruiziana Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 825. - 115. *A. andina Müll.-Arg.* -L.- Flora LV (1872) 26.- 116. *A. carthagenensis Jacq.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 826. - 117. *A. urostachya Baill.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 826; Flor. brasil. XI.2. (1874) 348. - 118. *A. padifolia H.B.K.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 826. - 119. *A. stricta Poepp. et Endl.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 827. - 120. *A. Lindeniana Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 827. - 121. *A. Frederici Müll.-Arg.* -P.- DC. prodr. XV.2. (1866) 828. - 122. *A. mollis H.B.K.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 828. - 123. *A. Pringlei Wats.* -L.- Proc. Amer. Acad. XX (1891) 373. - 124. *A. vagans Cav.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 828. - 125. *A. adenostachya Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV. 2. (1866) 829. - 126. *A. Lagascana Müll.-Arg.* -L.- Flora LV (1872) 27. - 127. *A.*

firmula Mill.-Arg. -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 829. - 128. *A. radinostachya D. Sm.* -L.- Bot. Gaz. LIV (1912) 243. - 129. *A. flavescens S. Wats.* -L.- Proc. Am. Acad. XXVI (1891) 149. - 130. *A. Liebmanniana Mill.-Arg.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 829. - 131. *A. lignosa Brandegee* -L.- Univ. Calif. Publ. VI (1915) 184. - 132. *A. membranacea A. Rich.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 830. - 133. *A. laxiflora Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 830. - 134. *A. Katharinae Pax* -P.- Pflanzenreich, ined. - 135. *A. papillosa Rosc.* -L.- Contr. Nat. Herb. I (1895) 358. - 136. *A. benensis Britton*-L.- Bull. Torr. bot. Cl. XXVIII (1901) 304. - 137. *A. oligodonta Mill.-Arg.*-A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 831. - 138. *A. aliena Brandegee.* -P.- Proc. Calif. Acad. 2. ser. III (1891) 172. - 139. *A. parvifolia Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 831. - 140. *A. Schiedeana Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 831. - 141. *A. cincta Mill.-Arg.* -L.- DC. prodr. XV.2. (1866) 832. - 142. *A. conspicua Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 832. - 143. *A. ornata Hochst.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 833; Dyer, Fl. trop. Afr. VI. 1. (1913) 890; Kew Bull. (1913) 19. - 144. *A. Allenii Hutch.* -P- Dyer. Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 889. - 145. *A. Grantii Bak. et Hutch.* -L.- Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 885. - 146. *A. nigritana Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 834; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 890. - 147. *A. paucifolia Baik. et Hutch.*-P.- Dyer, Fl, trop. Afr. VI.1. (1913) 891. - 148. *A. nyassica Hutch.* -P.- Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 894. - 149. *A. Manniana Mill-Arg.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 834; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 893. - 150. *A. Welwitschiana Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 834; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 886. - 151. *A. angolensis Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 835; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 886. - 152. *A. polymorpha Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 835; Dyer, Fl. trop. Afr. VI,1. (1913) 894. - 153. *A. portoricensis Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 836. - 154. *A. Lechleri Britton* -L.- Bull. Torr. bot. Cl. XXVIII (1901) 304. - 155. *A. grandispicata Britt.* Bull. Torr. Bot. Cl. XXVIII (1901) 304. - 156. *A. mapirensis Pax* -L.- Fedde, Repert. VII (1909) 110.- 157. *A. stachyura Pax* -L.- Fedde, Repert. VII (1909) 110. - 158. *A. angustifolia Sw.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 836. - 159. *A. crecpola Greenm.* -L.- Proc. Am. Acad. XXIX (1903) 82. - 150. *A. tomentosa Sw.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 837. - 151. *A. triloba Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 838. - 162. *A, ocymoides H.B.K.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 838. - 163. *A. septemloba Mill.-Arg.* -P.- Flora LV (1872) 27; Pitt. Fl. costar. II (1900) 333. - 164. *A. Fournieri Mill.-Arg.* -P. - DC. Prodr. XV.2. (1866) 838. - 165. *A. irazuensis O. Ktze.* -P.- Revis. I (1891) 616. - 166. *A. infesta Poepp. et Endl.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 839. - 167. *A. stenoloba Mill.-Arg.* -L.- Flora LV (1872) 41. - 168. *A. eugenifolia Rusby* -L.- Bull. N.Y. Bot. Gard. IV (1907) 443. - 169. *A. communis Mill.-Arg.* -P- DC. Prodr. XV.2. (1866) 840; Flor. brasil. XI.2. (1874) 350; Mem. soc. Bot. Fr. 3 g (1912); Bull. Herb. Boiss. 2. ser. V (1905) 604. - 170. *A. Hassleriana Chod.* -L.- Bull. herb. Boiss. 2. ser. V (1905) 606. - 171. *A. brevipes Mill.-Arg.* -L.- Flor. brasil. XI.2. (1874) 348. - 172. *A. hibiscifolia Britt.* -L.- Mem, Torr. bot. Cl. IX (1895) 257. - 173. *A. goyazensis Glaz.* -L.- Mem. soc. bot. Fr. 3 g (1912) 623. - 174. *A. capillaris Rusby* -L.- Mem. Torr. bot. Cl. (1895) 257. - 175. *A. senilis Baill.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 841; Flor. brasil. XL.2. (1874) 351. - 176. *A. polystachya Jacq.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 8412 Proc. Am. Acad. XXII (1887) 451. - 177. *A. setosa A. Rich.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 842. - 178. *A. persimilis Mill.-Arg.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 842. - 179. *A. caroliniana Ell.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 842. - 180. *A. alnifolia Klein* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 843; Hook. Fl. Brit. Ind. V (1890) 415. - 181. *A. benguelensis Mill.-Arg.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 844; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 888. - 182. *A. ambigua Pax.* -L.- Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 905. - 184. 906. - 183. *A. Stuhlmanni Pax* -L.- Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 905. - 184. *A. sidaefolia A. Rich.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 844. - 185. *A. senegalensis Pax et K. Hoffm.* -P.- Pflanzenreich, ined. - 186. *A. villicaulis Hochst.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 845; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 893. - 187. *A. amphigyne S. Moore* -L.- Trans. Linn. Soc. 2. ser. IV (1895) 467. - 188. *A. senensis Klotzsch* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 845; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1.

888; Kew Bull. (1913) 18. - 189. *A. Grüningiana Pax et K. Hoffm.* -P.- Pflanzenr. ined. - 190. *A. pedunculariS E. Mey.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 846; Dyer, fl. trp. Afr. VI.1. (1913) 884; Kew Bull. (1913) 20. - 191. *A. glandulifolia Buching.* -P.- Kew Bull. (1913) 21. - 192. *A. Goetzei Pax et K. Hoffm.* -P.- Pflanzenr. ined. - 193. *A. depressinervia)O. Ktze.) K. Schum.* -P.- Just, Jahresber. XXVI.1. (1901) 348; Kew Bull. (1913) 22. - 194. *A. entumenica Prain.* - P.- Kew Bull. (1913) 22. - 195. *A. angustata Sond.* -P.- Kew Bull. (1913) 22. - 196. *A. caperonioides Baill.* -P.- Kew Bull. (1913) 23. - 197. *A. punctata Meissn.* -P.- Kew Bull. (1913) 23. - 198. *A. Wilmsii Pax* -P.- Kew Bull. (1913) 24. - 199. *A. Zeyheri Baill.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 847; Kew Bull. (1913) 19. - 200. *A. petiolaris Hochst.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 947; Kew Bull. (1913) 18. - 201. *A. Ecklonii Baill.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 849; Kew Bull. (1913) 19. - 202. *A. macrophylla Ule.* -L.- Verh. Brdbg. L (1909) 79. - 203. *A. hypogaea S. Wats.* -A.- Proc. Am. Ac. XXII (1887) 451.

204. *A. integrifolia Willd.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 849. - 205. *A. marginata Spreng.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 850. - 206. *A. fasciculata Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 851. - 207. *A. chibomboa Baill.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 851. - 208. *A. arborea Commers.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 851. - 209. *A. leptomyura Baill.* -L.- Bull. soc. Linn. Paris II (1892) 1197; Hist. Madagasc. XXXIV. Baill. Pl. Atl. 2 (1890) t. 191. - 210. *A. laevifolia Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 853. - 211. *A. samydaefolia Poepp. et Endl.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 853; Flor. brasil. XI.2. (1874) 356. - 212. *A. diversifolia Jacq.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 853; Flor. Brasil. XI.2. (1874) 357; Engl. Jahrb. XXVI (1899) 506; Pitt. Fl. costar. II (1900) 303. - 213. *A. striolata Lingelsh.* -L.- Mitt. Thür. Ver. N.F. XXIX (1912) 48. - 214. *A. Bakeriana Baill.* -L.- Bull. soc. Linn. Paris II (1895) 1180. - 215. *A. melodonta Baill.* -L.- Bull. soc. Linn. Paris II (1895) 1197. - 216. *A. Leoni Baill.* -L.- Bull. Soc. Linn. Paris II (1895) 1197. - 217. *A. Humblotiana Baill.* -L.- Bull. soc. Linn. Paris II (1895) 1198; Hist. Madagasc. XXXIV. Baill. Plant. Atl. 2 (1891) t. 190. - 218. *A. Dalzelli Hook.* -L.- Hook. Fl. brit. Ind. V (1887) 414. - 219. *A. acapulcensis Fernald.* -L.- Proc. Amer. Acad. XXXIII (1897) 87. - 220. *A. rottlerioides Baill.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 854; Hist. Madag. XXXIV. Baill. Plant. Atl. 2 (1891) t. 186. - 221. *A. Richardiana Baill.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 855. - 222. *A. plicata Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 855. - 223. *A. neocordifolia Nitschke.* -L.- Die von GRISEBACH (Gött. Abh. XIX (1874) 97) als *A. cordifolia* beschriebene Art musste umgenannt werden, da bereits *A. cordifolia Hook.* besteht. - 224. *A. alchorniOides Rusby.* -L.- Bull. N.Y. Bot. Gard, VIII (1912) 101. - 225. *A. brevibracteata Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 855. - 226. *A. divaricata Müll.-Arg.* -L- DC. Prodr. XV.2. (1866) 855. - 227. *A. noronhae Ridley* -L.- Journ. Linn. Soc. XXVII (1890) 59. - 228. *A. subcastrata Arech.* -P.- Freg. Eug. Resa 1851-53 (1910) 303; Fedde, Repert. X (1912) 303. - 229. *A. prunifolia Nees et Mart.* -L.- DC. Prod. XV.2. (1866) 856; Flor. brasil. XI.2. (1874) 259. - 230. *A. Martiana Müll.-Arg.* -L.- Flor. Brasil. XI.2. (1874) 359. - 231. *A, Riedeliana Baill.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 856; Flor. Brasil. XI.2. (1874) 356. - 232. *A. Jardini Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 857. - 233. *A. glabrata Thunb.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 857; Kew Bull. (1913) 12. - 234. *A. tenuiramea Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 858. - 235. *A. nemorum Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 858. - 236. *A. acmophylla Hemsl.* -L.- Journ. Linn. Soc. Bot. XXVI (1894) 436. - 237. *A. Mairei (Léveillé) C. Schneid.* -L.- Plant. Wilson. III (1916) 301. - 238. *A. oxyodonta Müll.-Arg.* -L.- Flor. brasil. XI.2. (1874) 367. - 239. *A. lagoensis Müll.-Arg.* -L.- Flor. brasil. XI.2. (1874) 367. - 240. *A. neptunica Müll.-Arg.* -P.- Bremer Abh. VII (1882) 226; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 907. - 241. *A. cuspidata Jacq.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 858. - 242. *A. bisetosa Bertero* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 801 e.p. - cf. Pflanzenr. ined. - 243. *A. flabellifera Rusby* -L.- Mem. Torr. bot. Cl. VI.1. (1896) 119. - 244. *A. amblyodonta Müll.-Arg.* -L.- Flor. brasil. XI.2. (1874) 365. - 245. *A. dimorpha Müll.-Arg.* -L.- Flor. bras. XI.2. (1874) 355; Bull. herb. Boiss. 2. ser. V (1905) 604. - 246. *A. arciana Müll.-Arg.* -L.- Flor. brasil. XI.2. (1874) 362. - 247. *A. Pohliana Müll.-Arg.* -L.-Flor.

brasil. XI.2. (1874) 360. - 248. *A. lycioides Pax et K. Hoffm.* -L.- Med. Rijks Herb. Leiden nr. 40 (1921) 7. - 249. *A. seminuda Mill.-Arg.* -L.- Flor. brasil. XI. 2. (1874) 360. - 250. *A. Peckoltii Mill.-Arg.* -L.- Flor. Brasil. XI.2. (1874) 365. - 251. *A. brasiliensis Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 859; Flor. brasil. XI.2. (1874) 363. - 252. *A. ascendens Mill.-Arg.*-L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 860; Flor. brasil. XI.2. (1874) 361. - 253. *A. Argomülleri Briq.* -L.- Ann. Conserv. Jard. bot. Genève (1900) 229. - 254. *A. Mandoni Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 860. - 255. *A. bipartita Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 860; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 908. - 256. *A. Volkensii Pax.* -L.- Engl. Pflanzenw. Ostafrika C (1895) 239; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 908. - 257. *A. reflexa Mill.-Arg.*-L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 861. - 258. *A. Cunninghamii Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 861. - 259. *A. Kerrii Kraib* - Kew Bull. X. - 260. *A. Lacei Hutch.*-L.- Kew Bull. (1914) 381. - 261. *A. Schlumbergei Mill.-Arg.*. -L.- DC. prodr. XV.2. (1866) 861. - 262. *A. umbrosa Brandegee* - Erithrea VII (1899) 7. - 263. *A. brachyclada Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 862. - 264. *A. scabrosa Sw.*-L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 862. - 265. *A. Berteroana Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 862. - 266. *A. brachyandra Baill.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 863. - 267. *A. tenuifolia Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 863, - 268. *A. eremorum Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 863. - 269. *A. capensis Prain* -P.- Kew Bull. (1913) 15. - 270. *A. Hochstetteriana Mill.-Arg.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 864; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 900. - 271. *A. radicans Mill.-Arg.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 865; Flor. brasil. XI.2. (1874) 368. - 272. *A. psilostachya A. Rich.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 865; Dyer. Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 899: - 273. *A. eriophylla Hutch.* -L.- Kew Bull. (1911) 185; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 906. - 274. *A. subsessilis Hutch.* -L.- Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 907. - 275. *A. Dewewrei Pax.* -L.- Dyer. Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 909. - 276. *A. Homblei de Willd.* -P.- Fedde, Repert. XIII (1914) 145. - 277. *A. australis L.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 866; Journ. Linn. Soc. XXVI (1891) 437. - 278. *A. pubiflora Baill.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 866; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 896. - 279. *A. ceraceo-punctata Pax.* -L.- Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 896. - 280. *A. Paxiana Nitschke* -L.- Die von BAILLON in Hist. Madag. XXXIV Baill. Plant. Atl. 2 (1890) t. 188 abgebildete *A. acuminata Baill.* musste umgenannt werden, da bereits *A. acuminata Bth.* besteht. -281. *A. Zollingeri Mill.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 867. - 282. *A. spiciflora Burm.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 867. - 283. *A. Lotsii J.D.Smith*,Bot. Gaz. XX (1895) 544.

284. *A. mexicana Mill.-Arg.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 868. - 285. *A. indica L.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 868; Hook. Fl. brit. Ind. V (1890) 416; Journ. Linn. Soc. XXVI (1891) 438; Kew Bull. (1913) 15; Koord. Exk.-Fl. Java II (1912) 498; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 903. - 286. *A. vulneraria Baill.* -P.- Bull. soc. Linn. Paris II (1895) 1180. - 287. *A. virginica L.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 869. - 288. *A. brachystachya Horn.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 870; Journ. Linn. Soc. XXVI (1891) 437; Koord. Exk.-Fl. Java II (1912) 498; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 899. - 289. *A. malabarica Mill.-Arg.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 871. - 290. *A. crenata A. Rich.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 871; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 902; Kew Bull. (1913) 13. - 291. *A. glomerata Hutch.* -A.- Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 902; Kew Bull. (1913) 13. - 292. *A. böhmerioides Miq.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 871; Schum. et Lauterb. Fl. Schutzgeb. Südsee (1901) 401; Koord. Exk.-Fl. Java II (1912) 498; Bot.-zool. Erg. Forsch. Samoa (1913) 127. -293. *A. fallax Müll.-Arg.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 872. - 294. *A. lanceolata Willd.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 872. - 295. *A. ciliata Forsk.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 873; Hook. Fl. brit. Ind. V (1890) 417; Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 901; Kew Bull. (1913) 15. - 296. *A. Bussei Hutch.* -P.- Dyer, Fl. trop. Afr. VI.1. (1913) 1056.

297. *A. boliviensis Mill.-Arg.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 874. - 298. *A. Forbesii S. Moore.* -P.- Journ. Bot. LII (1914) 336. - 299. *A. neomexicana Mill.-Arg.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 874. - 300. *A. subviscida Wats.* -P.- Proc. Am. Acad XXI (1886) 440. - 301. *A. contermina Mill.-Arg.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 874.

-302. *A. Botteriana Müll.-Arg.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 875. - 303. *A. Lindheimeri Müll.-Arg.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 875. - 304. *A. phleoides Cav.* -P.- DC. Prod. XV.2. (1866) 876. - 305. *A. Karwinskii Müll.-Arg.* -P.- Flora LV (1872) 41.- 306. *A. Spachiana Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 827. - 307. *A. angustissima Pax.* -P.- Dyer. Fl..trop. Afr. VI.1. (1913) 892. - 308. *A. squarrosa Pax* -L.- Engl. Jahrb. XIX (1895) 97. - 309. *A. obscura Müll.-Arg.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 876. - 310. *A. segetalis Müll.-Arg.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 877; Dyer, Fl, trop. Afr. VI.1. (1913) 904; Kew Bull. (1913) 15. - 311. *A. Adamsii Rob.* -P.- Proc. Am. Acad. XXXVIII (1902) 161. - 312. *A. albemarlensis Robins.* -P.- Proc. Am. Acad. XXXVIII (1902) 163. - 313. *A. cordifolia Hook. fil.* -P.- DC. Prodr. XV. 2. (1866) 877; Proc. Am. Acad. XXXVIII (1902) 163. - 314. *A. diffusa Anderss.*-P.- Proc. Am. Acad. XXXVIII (1902) 163. - 315. *A. flaccida Hook. fil.* -P.- Proc. Am. Acad. XXXVIII (1902) 164. - 316. *A. parvula Hook. fil.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 877; Proc. Am. Acad. XXXVIII (1902) 163. - 317. *A. reniformis Hook. Fil.* -P.- Proc. Am. Acad. XXXVIII (1902) 164. - 318. *A. sericea Anderss.* -P.- Proc. Am. Ac. XXXVIII (1902) 164. - 319. *A. spicata Anderss.* -P.- Proc. Am. Acad. XXXVIII (1902) 164. - 320. *A. strobilifera Hook. fil.* -P.- Proc. Am. Acad. XXXVIII (1902) 164. - 321. *A. velutina Hook. fil.* -P.- Proc. Am. Acad. XXXVIII (1902) 164. - 322. *A. chatamensis Robinson.* -A.- Proc. Am. Acad. XXXVIII (1902) 163. - 323. *A. Baurii Rob. et Greenm.* -P.- Am. Journ. Sci. L (1895) 144. - 324. *A. fissa Hutch.* -P.- Kew Bull. (1913) 27. - 325. *A. pendula Wright.*-P.- Gött. Nachr. (1865) 176. - 326. *A. nana Griseb.* -P.- Gött. Nachr. (1865) 176. - 327. *A. glechomaefolia A. Rich.* -P.- Fl. Cub. Fanerog. III (1853) 205. - 328. *A. pygmaea A. Rich.* -P.- Fl. Cub. Fanerog. II (1853) 205. - 329. *A. chamaedrifolia Müll.-Arg.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 879. - 330. *A. hispaniolae Urb.* -P.- Fedde, Repert. XV. (1919) 410. - 331. *A. rhombifolia Schdl.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 880. - 332. *A. Purpusii Brand.* -P.- Univ. Calif. Publ. VI (1914) 53. - 333. *A. shirensis Hutch.* -P.- Pflanzenr. ined. - 334. *A. Poiretii Sprg.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 880; Flor. brasil. XI.2. (1874) 368. - 335. *A. paupercula Pax et K. Hoffm.* -P.- Med. Rijks Herb. Leid. nr. 40 (1921) 7. - 336. *A. havanensis Müll.-Arg.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 881. - 337. *A. arvensis Poepp. et Endl.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 881; Flor. brasil. XI.2. (1874) 369. - 338. *A. aristata H.B.K.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 882. - 339. *A. alopecuroides Jacq.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 882. - 340. *A. longestipularis Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 883. - 341. *A. macrodonta Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 883. - 342. *A. erxthrostachya Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 883. - 343. *A. chorisandra Baill.* -L.- DC. Prodr. XV. 2. (1866) 883; Flor. Brasil. XI.2. (1874) 353. - 344. *A. Claussenii (Turcz.) Müll. Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 884; Flor. brasil. XI.2. (1874) 353. - 345. *A. sessilifolia S. Wats.* -P.- Proc. Am. Acad. XXII (1887) 450. - 346. *A. longespicata Müll.-Arg.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 884.- 347. *A. purpurascens H.B.K.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 884. - 348. *A. radians Torr.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 885. - 349. *A. hederacea Torr.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 885. - 350. *A. monostachya Cav.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 886. - 351. *A. anemioides H.B.K.* -P.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 886. - 352. *A. multicaulis Müll.-Arg.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 887; Flor. brasil. XI.2. (1874) 354. - 353. *A. Herzogiana Pax et K. Hoffm.* -P.- Med. Rijks Herb. Leiden nr. 40 (1921) 7. - 354. *A. Nitschkeana Pax et K. Hoffm.* -L.- Pflanzenr. ined. - 355. *A. prurians Nees et Mart.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 887; Flor. brasil. XI.2. (1874) 355. - 356. *A. digynostachya Baill.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 887; Flor. brasil. XI.2. (1874) 355; Bull. Herb. Boiss. 2.V. (1905) 604. - 357. *A. gracilis Spreng.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 841; Fl. brasil. XI.2. (1874) 352. - 358. *A. pseudoalpecuroides Pax et K. Hoffm.* -A.- Pflanzenr. ined.

III. UNVOLLSTÄNDIG BESCHRIEBENE UND DESHALB NICHT WIEDERZUERKENNENDE ARTEN.

A. bracteata Mig. -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 888. - *A. brevipes Rafin.* -New Fl. Am. I (1836) 44. - *A. celebica Koord.* -A.- Med. Land Plat. XIX (1898) 624. - *A. decidua Forsk.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 888. - *A. digyneia Rafin.* -A.-

DC. Prodr. XV.2. (1866) 888. - *A. divaricata Rafin.* N. Fl. Am. I (1836) 44. - *A. echinata Rafin.* N. Fl. Am. I (1836) 45. - *A. erosa Rusby*, Bull. Torr. Bot. Cl. XXXVIII (1901) 308. - *A. exaltata Baill.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 888. - *A. foliosa Rusby* -L.- Bull. N.Y. Bot. Gard. IV (1907) 443. - *A. fruticulosa Rafin.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 888. - *A. glandulosa Blanco* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 888. - *A. jamaicensis Rafin.* N. Am. Fl. I (1836) 46. - *A. lucida Rusby* -L.- Bull. N.Y. Bot. Gard. IV (1907) 444. - *A. rhomboidea Rafin.* - N. Am. Fl. I (1836) 45. - *A. subtomentosa Lag.* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 888. - *A. tomentosa Blanco* -L.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 888. - *A. urticaefolia Rafin.* - N. Am. Fl. (1836) 45. - *A. urticaefolia Poir.* -A.- DC. Prodr. XV.2. (1866) 889. - *A. yucatenensis Millsp.*-P.- Field Col. Mus. Bot. I (1898) 371. - *A. zeylanica Rafin.* N. Fl. Am. I (1836) 46.

IV. ARTEN, DIE NUR DEM NAMEN NACH BEKANNT SIND.

A. multifida Steud. - DC. Prodr. XV.2. (1866) 889. - *A. muralis Zippel*- DC. Prodr. XV.2. (1866) 889. - *A. ruderalis Mart.* - Ann. N.Y. Acad. Sc. VII (1893) 225. - *A. salviaefolia Baill.* - DC. Prodr. XV.2. (1866) 889.

II. DIE WUCHSFORMEN.

In der vorstehenden systematischen Übersicht ist schon bei jeder Art, soweit es festzustellen war, die Wuchsform angegeben. Es ist aber zu berücksichtigen, dass die Wuchsform nach Herbarmaterial nicht immer einwandfrei festzustellen und in den Beschreibungen nicht immer angegeben ist. Auch sind zwischen den einzelnen Formen allerlei Übergänge möglich. Besonders ist die Grenze zwischen perennierenden Arten und Halbsträuchern oft recht schwer zu ziehen und auf eine Unterscheidung von Bäumen und Sträuchern ist von vornherein verzichtet worden.

Als einjährig gelten folgende Arten: *A. alopecuroides, arvensis, australis, boehmerioides, boliviensis, brachystachya, caroliniana, chatamensis, ciliata, crenata, Ecklonii, fallax, glomerata, Hochstetteriana, hypogaea, indica, infesta, lanceolata, malabarica, mexicana, neomexicana, ocymoides, oligodonta, persimilis, piloса, Poiretii, polystachya, pseudoalopecuroides, segetalis, setosa, simplicissima, virginica.*

Folgende Arten sind perennierende Stauden, bei denen allermeist die beblätterten Sprosse aus einem holzigen Rhizom entspringen: *A. Adamii, albemarlensis, Alexandri, aliena, Allenii, anemioides, angustata, angustissima, aristata, Baurii, benguelensis, Botteriana, brevicaulis, Bussei, capensis, caperonioides, chamaedrifolia, Claussenii, contermina, cordifolia, depressinervia, diffusa, dissitiflora, entumenica, fissa, flaccida, Forbesii, Fournieri, Frederici, glandulifolia, glechomaefolia, Goetzei, Grüningiana, havanensis, hederacea, Herzogiana, hispanolae, irazuensis, Karwinskii, Katharinae, Langiana, Liebmanni, Lindheimeri, Longespicata, Lyalli, Manniana, monostachya, multispicalis, nana, noronhae, nyassica, obscura, paniculata, parvula, paucifolia, paupercula, pedunculariis, pendula, petiolaris, phleoides, polymorpha, psilostachya, punctata, purpurascens, Purpusii, pygmaea, radians, radicans, Rehmanni, reniformis, rhombifolia, rotundifolia, sabulicola, senegalensis, senensis, septemloba, sericea, sessilifolia, sidaefolia, spicata, stenophylla, strobilifera, Stuhlmanni, subcastrata, subviscida, vagans, vellutina, villicaulis, vulneraria, Wilmsii, Zeyheri.*

Die allermeisten Arten aber sind Holzgewächse, und zwar überwiegen bei weitem die Sträucher. Auf ihre Aufzählung kann verzichtet werden. Nur die Arten, die als Bäume bezeichnet werden, seien genannt; es sind dies: *A. Buchtieni, caucana, cardiophylla, controversa, grandis, juliflora, longispica, madreporica, radula, ricularis, scandens, Sonderiana.*

III. GEOGRAPHISCHE VERBREITUNG DER GATTUNG ACALYPHA.

Bei dem Versuch, das Material nach pflanzengeographischen Gesichtspunkten darzustellen muss man stets im Auge behalten, dass die Verbreitung einer Gattung, die mit 360 Arten in den Tropen und Subtropen der alten und neuen Welt vertreten ist, heute noch lange nicht völlig bekannt sein kann, dass also das Nicht-Bekanntsein von Arten noch nicht ihr Nicht-Vorhandensein bedeutet. Es ist durchaus sicher, dass noch zahlreiche neue Tatsachen unsere Kenntnis der geographischen Verbreitung der Gattung *Acalypha* bereichern werden.

Grundlage jeder pflanzengeographischen Untersuchung ist die Kenntnis der Verbreitung der in Frage kommenden Arten und die sich daraus ergebende Verbreitung d. Gattung. Zur Feststellung der Verbreitung der Arten der Gattung *Acalypha* wurde die gesamte bei der Artenübersicht und im Literaturverzeichnis angegebene Literatur kritisch benützt, vor allem aber das sehr umfangreiche Herbarmaterial der Staatlichen Botanischen Museen Berlin, Breslau, München, des Hofmuseums in Wien sowie wertvoller Privatsammlungen zu Grunde gelegt. Zweck der vorliegenden Untersuchung ist es, aus der Fülle der Einzelerscheinungen allgemein giltige Gesichtspunkte zu gewinnen. Deshalb ist auch in dieser Arbeit die rein induktive Methode angewendet.

A. DAS AREAL.

1. Die Areale der einzelnen Arten.

a. Geographische Übersicht.

Die afrikanisch-asiatischen Arten.

Trotzdem die Gattung *Acalypha* über die Tropen und Subtropen der ganzen Erde verbreitet ist, gibt es doch nur wenige Arten, die mehr als einen Kontinent bewohnen. Über die beiden Erdteile Afrika und Asien erstrecken nur fünf Arten ihr Areal, nämlich *A. paniculata, fruticosa, indica, brachystachya* und *ciliata*.

Die bis 2 m hoch werdende *A. paniculata*, zur Sektion *Linostachys* gehörig, von krautigem bis strauchigem Wuchs, findet sich fast im ganzen tropischen Afrika. Sie kommt von der Goldküste über Niam-Niam-Land bis Eritrea, im innern des Kongo-Beckens, südwärts bis Angola und im Osten südwärts bis Rhodesia vor und gedeiht fast überall in Flusstälern, an Bergabhängen, in Gebüschen, im gelichteten Urwald. Sie bewohnt auch Süd-Indien, Ceylon und Java. - Die einjährige *A. ciliata*, ein lästiges Ackerunkraut, zeigt auch in Afrika die grösste Verbreitung. Sie kommt in Eritrea, Abyssinien, Uganda, Südost- und Zentralafrika, Guinea vor und ist die einzige Art, die auch die Cap Verdischen Inseln und St. Helena bewohnt. Es ist allerdings zweifelhaft, ob die beiden letzgenannten Vorkommen ursprünglich sind. Sie findet sich ferner in dem südlichen Küstengebiete Arabiens, bewohnt den grössten Teil Indiens, wo sie bis zum westlichen Himalaya vordringt, und dort 2000 m emporsteigt, und die Insel Ceylon. - Wesentlich kleiner ist das afrikanische Areal der ebenfalls einjährigen, als Unkraut in Gärten und Feldern, an Wegen, auf Grasplätzen und sonnigen Stellen sich breit machenden, brennessel-ähnlichen *A. brachystachya*. Sie erreicht den Westen des Kontinents nur in einer schmalen Zone zu beiden Seites des Äquators, während sie sich im Osten des Festlandes weiter ausbreitet. Dagegen ist ihr asiatisches Wohngebiet wesentlich grösser als das der vorigen Art. Ausser Indien, wo sie ebenso wie *A. ciliata* weit nach Norden reicht, bewohnt sie auch Ostasien, dringt hier fast bis zum 40° n. Br. vor und tritt hier in die Polargrenze der Gattung. Merkwürdig ist, dass sie von den Inseln nur Java bewohnen soll. - *A. indica*, gleichfalls ein einjähriges Unkraut des tropischen Afrika und Asien, das an Bächen, unter Palmen, im Grasland, aber auch an Wegrändern üppig gedeiht u. ausnahmsweise bis 1 m hoch wird, bewohnt Afrika vom Gebiete des Nil bis nach Transvaal und von Angola und dem Kongobecken bis Ostafrika. Sie findet sich auch auf den zu Ostafrika gehörigen Inseln, sowie auf der madag-assischen Insel Nossibé. Merkwürdigerweise ist sie aber auch auf Madagascar selbst noch nicht gesammelt wor-

den. In Asien bewohnt sie Südwest- und Südarabien, Vorderindien bis zum Himalaya, die Küstengebiete von Hinterindien und China, ferner die Philippinen und Java, aber nicht Borneo und Sumatra. - Von den afrikanisch-asiatischen Arten bewohnt das kleinste Areal *A. fruticosa*, ein Strauch mit rutenförmigen, meist rötlichen, zuweilen silbergrauen Zweigen und birkenähnlichen Blättern. Diese Art ist in ihrem Vorkommen auf den Osten des Kontinents beschränkt. Von Eritrea über Abyssinien, wo sie bis in 2000 m Höhe vorkommt, das Galla-Hochland, Britisch- und Deutsch-Ostafrika und Sansibar reicht die über die Südwestspitze Arabiens bis Vorderindien. Hier bewohnt sie aber nur das südwestliche Gebiet der Malabarküste und die Insel Ceylon. Nach MÜLLER soll *A. fruticosa* auch auf den Molukken vorkommen, HUTCHINSON erwähnt aber dies Vorkommen nicht. HOOKER nennt auch Pegu, Martaban und Ava, hat aber Exemplare von dort nicht gesehen.

Ausser mit Asien hat Afrika mit keinem Erdteile gemeinsame Arten, denn das Vorkommen von *A. indica* in Mexiko kann hierbei nicht inbetracht gezogen werden, da diese Art dort offenbar eingeschleppt ist, sonst würde dieses sich allen Vegetationsformationen leicht anpassende Unkraut längst viel weiter verbreitet sein, als es tatsächlich der Fall ist. Freilich scheint es, dass *A. indica* im Laufe der letzten Jahrzehnte an Boden gewonnen hat, da sie von immerhin zahlreichen Stellen vorliegt.

Die auf dem Festlande von Afrika vorkommenden Arten.

Von den nur in Afrika vorkommenden Arten bewohnen den grössten Teil des afrikanischen Gattungs-Areals *A. ornata* und *senensis*. Sie finden sich an den verschiedensten Standorten, an sonnigen Wegrändern, auf verlassenem Kulturlande, an Flussufern, als Unterholz in Wäldern u.s.f. - Sowohl die Küsten des Atlantischen als auch des Indischen Ozeans erreichen innerhalb eines etwas beschränkteren Areals zwei weitere Arten: *A. crenata* und *A. segetalis* , von denen letztere als Ackerunkraut sowohl auf altem Kulturlande, in Kaffeepflanzungen und Plantagen, als auch an sehr sandigen Stellen, an felsigen Abhängen, in den Grassavannen, an bewaldeten Sanddämmen, an sonnigen und halbschattigen Orten gedeiht und in breitem Saum längs der Westküste von Togo bis nach Deutsch-Südwest-Afrika und dann zwischen dem 15. und 25° südl. Breite den Kontinent quer durchsetzend bis zur Ostküste Afrikas vorkommt, während *A. crenata* auf einen Gürtel zwischen Wüste und Äquator beschränkt ist, der sich in der Osthälfte des Erdteils nach Süden zu verbreitert.

Ihre Haupt-Entwickelung in Afrika zeigt die Gattung in der östlichen Hälfte des Kontinents, wobei die meisten Arten westwärts über die grosse Bruchzone, die durch den Albert-, Albert-Eduard-, Kiwu-, Tanganyika-, Meru- und Bangweolo-See gekennzeichnet wird, nur wenig hinausreichen, womit allerdings nicht gesagt sein soll, dass hier ein geologischer Faktor die Verbreitungsgrenze bildet. Am weitesten überschreitet diese eben gekennzeichnete Westgrenze die perennierende *A. villicaulis*, die auf weiter Strecke bis an die Nordgrenze des Gattungs-Areals vordringt und im Westen den Tschad-See erreicht. Im Osten kommt sie vom Abyssinischen Hochlande bis Deutsch-Ostafrika vor. Sie steigt im Nyassa-Hochalnde 1100 m, am Kilimandscharo 1200 m hoch. Im allgemeinen schliesst ihr Areal das von *A. senensis*, der sie habituell nahe steht und mit der sie früher oft verwechselt wurde, aus. Ein wenig westlich der Seenkette kommt auch noch die von Abyssinien bis zum Nyassa-Hochlande in nord-südlicher Ausdehnung verbreitete halbstrauchige *A. psilostachya* vor, während die strauchige *A. Volkensii* bloss bis an die Seen im Westen reicht und südlich des Viktoria-Sees bereits erlischt. Noch wesentlich kleiner sind die Areale von *A. neptunica* und *A. bipartita*, die auf das Hochland von Britisch- und Deutsch-Ostafrika beschränkt sind, während *A. subsessilis* mehr die küstennäheren Gebiete bewohnt. Dagegen scheint *A. Stuhlmannii*, deren Verbreitungsgebiet sich auf die Hochländer des grossen Seengebietes bis zum Nyassa-See erstreckt, das Tiefland völlig zu meiden.

In den zentralafrikanischen Hochlande, von Abyssinien im Norden bis zum Nyassalande gibt es auch eine Anzahl von Arten, die nach unserer heutigen Kenntnis nur sehr kleine Areale bewohnen und die man deshalb als Endemismen anzusprechen

hat. Westlich des oberen Nil in Äthiopien und Kordofan ist die einjährige *A. Hochstetteriana* von KOTSCHY gesammelt worden. Aus Abyssinien ist die als Art etwas zweifelhafte holzige *A. sidaefolia* einmal nachgewiesen. *A. acrogyna* ist von MILDBRAED und von DEWEWRE festgestellt. In Deutsch-Ostafrika kommen endemisch *A. Englerl* zwischen Muhese und Lungusa und *A. Bussei* bei Kitanda vor. - Ebenfalls stark ausgebildet ist der Endemismus auf dem Nyassa-Hochlande. Hier sind festgestellt in der Gegend des Bangwelo-Sees die beiden strauchigen Arten *A. Homblei* in Ober-Katanga und *A. Helenae* in der Baumsteppe in 1000 m Höhe. sowie die krautige *A. angustissima* in oberen Kongogebiet. Vom Nyassaland südwärts bis Rhodesia ist *A. chirindica* entwickelt und nach Osten bis Portugiesisch-Ostafrika sowie auf der Insel Likoma im Nyassa-See kommt *A. nyassica* vor, während *A. paucifolia* nur auf Portugiesisch-Ostafrika, auf die Nähe des Nyassa-Sees beschränkt ist. Aus Nordost-Urundi stammt die perennierende *A. Goetzei*.

Kenn man so eine Anzahl von Arten, die vom Hochlande östlich des Viktoria-Sees bis zum Nyassa-Hochlande reichen, so fehlt es andererseits auch nicht an solchen, die von hier aus ihr Verbreitungsgebiet nach Süden erstrecken und das Gebirgs- und Hochland von Südost-Afrika mit umfassen. So reicht das Areal der Staude *A. caperonioides* von Rhodesia, wo sie in über 2300 m Höhe vorkommt, über Transvaal bis in den Oranje-Staat, ohne die Küste des indischen Ozeans zu erreichen, während *A. peduncularis* ihre Haupt-Entwickelung bereits in Südost-Afrika, in der Kap-Kolonie, in Transkei, Tembuland, Pondoland und Natal findet. Bis zum Südende des Nyassasees reicht die in Südost-Afrika nicht seltene *A. punctata*. *A. glomerata* dagegen bewohnt ein schmales, an der Küste von Britisch-Ostafrika bis über den südlichen Wendekreis sich hinziehendes Areal und verbindet auch ihrerseits das nördlich gelegene Entwickelungszentrum mit dem südostafrikanischen.

In dem Gebirgs- und Hochlande von Südost-Afrika hat sich eine Anzahl von Arten entwickelt, deren Areale sich ziemlich genau decken. Es sind dies: *A. glabrata*, die den grössten Bezirk bewohnt, *A. angustata, petiolaris, Wilmsii* und *depressinervia*, die im Zululande endemisch entwickelte *A. entumentea*, sowie *A. glandulifolia* und *A. Sonderiana*, die beide in Natal bei Durban festgestellt wurden.

Den Übergang vom südostafrikanischen Hochlande zum Gebiet des eigentlichen Kaplandes vermittelt die einjährige *A. Ecklonii*, während im Kaplande selbst nur zwei Stauden vorkommen: *A. capensis*, und auf kleinem Gebiet *A. Zeyheri*.

Ein Zentrum reicherer Entwickelung liegt dann noch an der Westküste Afrikas etwa zwischen Äquator und 20° südl. Breite auf dem Hochlande von Nieder-Guinea. Hier bewohnen etwas ausgedehntere Areale: *A. ambigua* und *A. polymorpha*, ein niedriges Holzgewächs, das auf dem Bihe-Plateau weit nach dem Innern Afrikas vordringt. Ausser diesen zeigen ausgesprochen endemische Ausbildung: *A. eriophylla, dumetorum, benguelensis, Grüningiana*, die *senensis* nahe steht, und südlich der Kongomündung *fuscescens*, sowie *angolensis* und *Welwitschiana*. Ferner treten noch weiter nördlich endemisch auf: *A. Dewèvrei* am Kongo, *A. Mannlana* in Kamerun und *A. nigritiana* in Ober-Guinea, westlich der Niger-Mündung, sowie am oberen Senegal die perennierende *A. senegalensis*.

Die Arten der afrikanischen Inseln.

Charakteristisch ist die geringe Einbeziehung der afrikanischen Inseln in die Areale weiter verbreiteter Arten. Wenn man von den dicht an der ostafrikanischen Küste gelegenen Inseln, wie Pemba, Sansibar und Mafia absieht, da sie ja ganz den Charakter von Festlandsinseln tragen und auch pflanzengeographisch dem Kontinent zugerechnet werden müssen, so zeigt sich zwischen dem Festlande und den afrikanischen Inseln im indischen Ozeane ganz geringe Übereinstimmung.

Von den bisher genannten Arten schliesst nur das Areal von *A. indica* den grössten Teil dieser Inseln ein.

Madagaskar hat mit Afrika sonst nur eine Art, *A. pubiflora*, gemeinsam, die auf dem Kontinent nur in einem kleinen Gebiete an der Ostküste, etwa zwischen dem 20° s. Br. und dem südl. Wendekreise verbreitet zu sein scheint. Mit den Inselgruppen der Amiranten, Seychellen und Maskarenen beherbergt Madagaskar noch

A. arborea, mit der Maskareneninsel Bourbon hat sie *A. integrifolia* gemeinsam, während es sonst noch 26 nur aus Madagaskar bekannte und deshalb als Endemismen anzusprechende Arten aufweist. Es sind das: die perennierenden *A. Lyallii* und *vulneraria* und die strauchigen *A. diminuta, amirnensis, codonocalyx, Hildebrandtii, urophylla, Baronii, Spachiana, hologyna, squarrosa, marginata, fasciculata, chibomboa, leptomyura, rottleroides, Richardiana, meiodonta, Leoni, Humblotiana, Bakeriana, Paxiana, spiciflora*, sowie die baumförmigen Arten *A. medreporica, juliflora* und *radula*. - Auf die Inselgruppe der Comoren ist beschränkt die strauchige *A. comorensis*.

Die asiatischen Arten.

Was die Ausbildung rein asiatischer Arten anbelangt, so handelt es sich nur um wenige, und, soweit wie bisher unterrichtet sind, meist lokal verbreitete Sippen. Von diesen sind 4, oder wenn man die HOOKERsche Auffassung zugrunde legt, sogar nur 3 Arten in Vorderindien, 2 in Hinterindien und 2 in China nachgewiesen.

Aus Vorderasien, vom Gebirgsland der Malabarküste, sind *A. Dalzellii* und *A. malabarica* bekannt. Sonst kommen im Süden Vorderindiens und am Gebirgsrand der Malabarküste noch vor *A. alnifolia*, die eine weitere Vergreitung besitzt, und *A. lanceolata*, die aber von HOOKER nicht als selbständige Art betrahtet, sondern zu *A. fallax* gezogen wird, ob mit Recht, wird die in Angriff genommene Revision der Gattung zeigen. Von der Südspitze Vorderindiens und der westlichen Hälfte Hiterindiens erstreckt *A. fallax* ihr Areal nach Süden über Malakka, Sumatra, Java und Ceylon. - Aus Siam ist *A. Kerrii* von CRAIB beschrieben worden. Die von HUTCHINSON *A. Lacei* benannte, im Norden Hinterindiens gesammelte Art weist in ihrem Vorkommen bereits nach China hinüber. Dort sind, ausser den weit verbreiteten Arten *A. indica* und *A. brachystachya*, zwei einander nahe stehende Sträucher endemisch, und zwar *A. Mairei*, die in West-Szechuan in 300 m Höhe und von LIMPRICHT in Ost-Tibet an Felswänden in 1300 m Höhe gesammelt wurde, und *A. acmophylla*, die aus Hupéh bekannt ist. Die in China zwischen dem 20. und 40° n. Br. häufig vorkommende einjährige *A. australis* findet sich auch auf Formosa und ist in Japan weit verbreitet.

Arten, die auf Inseln des Grossen Ozeans vorkommen.

Die Inselwelt des Grossen Ozeans ist im Gegensatz zu Asien reich an Arten der Gattung *Acalypha* . Die Verbreitungsdichte nimmt aber von Westen nach Osten beträchtlich ab. Man muss auch hier zwischen solchen Arten, die ein grösseres Areal bewohnen und Endemismen unterscheiden. Übersichtlicher als eine Beschreibung ist die auf Seite 290 gegebene Zusammenstellung, die die Verbreitung der einzelnen Arten, die ein grösseres Areal innehaben, überblicken lässt. Die Arten sind in systematischer Reihenfolge, die Inseln, bzw. Inselgruppen von Westen nach Osten angeordnet.

Von den in der Tabelle Seite 290 genannten Arten soll *A. insulana* nach SCHUMANN und LAUTERBACH von Ostasien bis Polynesien verbreitet sein, doch sind mir westlich von Neu-Guinea keine Vorkommen bekannt geworden. Ein von ZIMMERMANN (nr. 136) in Siam bei Genkoi im Urwalde gesammeltes Exemplar ist von WARBURG als *A. grandis* bestimmt worden.

Die tabellarische Übersicht gibt nur einen Überblick über die Verbreitung der genannten Arten, keineswegs aber den gesamten Bestand der von den Inseln des Grossen Ozeans bis jetzt bekannten Spezies an. Dieser wird wesentlich vergrössert dadurch, dass 5 Afrika und Asien bewohnende und 2 in Asien vorkommende Arten auch auf den Inseln des Grossen Ozeans verbreitet sind, sowie durch zahlreiche Endemismen. Sämtliche in diesem Gebiete vorkommenden Arten, zugleich ein Verzeichnis der die einzelnen Inseln bzw. Inselgruppen bewohnenden Spezies weist die weitere Zusammenstellung nach.

Acalypha	Sumatra.	Borneo.	Java.	Celebes.	Ceylon .	Molukken.	Philippinen.	Karolinen.	Neu Guinea u. Bismarck Archip.	Admiralitäts I.	Salomon I.	Neue Hebriden.	Fidji Inseln.	Samoa Ins.	Fenua. (mir unbek)
caturus	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
longispica	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-
grandis	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
stipulacea	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
hispida	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Wilkesiana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
insulana	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
spinescens	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
laevifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
indica	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
brachystachya	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
boehmerioides	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-

Insel oder Inselgruppe.	Weiter berbreitete Arten auch auf dem Festlande von		Arten auch auf andern pazifischen Inseln.	Endemische Arten
	Afrika u. Asien	Asien		
Sumatra		*fallax*	*hispida*	
Borneo			*caturus*	
Java	*paniculata* *indica*	*fallax*	*caturus* *hispida* *boehmerioides*	
Celebes			*caturus* *spinescens*	
Kl. Sunda-Ins.	*indica* *(auf Timor)*			*Zollingeri* *(auf Sumbava)*
Ceylon	*indica*	*fallax*		
Molukken			*hispida* *grandis* *stipulacea*	
Philippinen			*caturus* *grandis* *stipulacea* *indica* *boehmerioides*	*cardiophylla* *tomentosa* *grandibracteata.*

Insel oder Inselgruppe.	Weiter berbreitete auch auf dem Festlande von		Arten auch auf andern pazifischen Inseln.	Endemische Arten
	Afrika u. Asien	Asien		
Formosa		*australis*		*akoensis* *formosana*
Karolinen			*grandis*	
Admiralitäts-I.			*grandis*	
Neu-Guinea und Bismarck-Arch.			*grandis* *insulana* *boehmerioid.* *longispica*	*novo-guineensis* *stenophylla* *nematorhachis*
Salomons-I.			*grandis* *boehmerioid.*	
Neu-Caledonien				*Pancheriana* *neo-caledonica*
Fidji-Inseln			*grandis* *Wilkesiana* *insulana* *laevifolia* *boehmerioid.*	*rivularis* *latifolia* *stipularis* *anisodonta* *denudata* *repanda*
Samoa-Inseln			*longispica* *grandis* *Wilkesiana* *boehmerioid.*	
Gesellschafts-inseln				*Lepinei* *(auf Tahiti)*
Komia (mir unbekannt)				*Jardinei*
Orjam (mir unbekannt)				*brevibracteata* *tenuiramea*
Fennua (mir unbekannt)			*laevifolia*	

Die australischen Arten.

Auf dem Festlande von Australien finden sich nur wenige Arten. Sie sind auf einen schmalen Hochlands- und Gebirgsstreifen am Ostrande des Kontinents beschränkt und kommen nur etwa zwischen dem 15 und 30° s. Br. vor. Die wenigen Arten sind als Endemismen umsomehr anzusprechen, als sie auch auf dem eben bezeichneten Gebiet nur lokal verbreitet sind. Es sind sämtlich Sträucher. *A. eremorum* kommt nur im östlichen Queensland vor; *A. Cunninhami* ist an der Moreton Bay gesammelt, während *A. capillipes* und *A. nemorum* auf das Grenzgebiet von Queensland und Neu-Süd-Wales beschränkt sind.

Die extratropischen nordamerikanischen Arten.

Die Zahl der Arten, die Nordamerika bewohnt, ist ausserordentlich gross, aber die Verbreitungsdichte innerhalb dieses Gebietes sehr verschieden.

Arten, die das extratropische Nordamerika im Süden etwa bis zum Wendekreis d. Krebses reichend bewohnen, besitzt Nordamerika nur wenige, aber diese haben zuweilen recht ansehnliche Areale inne. Die grösste Verbreitung innerhalb dieses Gebiets hat die als Unkraut in Kulturen, in Wäldern, Gebüschen und auf trockenen Plätzen, sowie als Ruderalpflanze vorkommende *A. virginica*, die von allen Arten der Gattung am weitesten polwärts vordringt. Nach SMALL kommt sie sogar noch nördlich der grossen kanadischen Seen vor. Weniger weit nach Norden reicht die auch auf die nördlichen Bahamainseln, also auf westindisches Gebiet übergreifende *A. caroliniana*. Beide bewohnen aber nur das atlantische Nordamerika. Ausser ihnen kommen auf dem Festlande noch vor: *A. Lindheimeri* in Texas und Arizona, *A. neo-mexicana* in Neu-Mexiko, Arizona und dem nördlichen Mexiko und *A. radians* in Texas und dem angrenzenden östlichen Mexiko.

Zu diesen gesellen sich im Westen noch eine Anzahl lokal verbreiteter Arten, nämlich *A. Pringlei* in Nord-Sonora, *A. papillosa*, bei Agiabampo gesammelt, und *A. parvifolia*, die bei S. Augustin am pazifischen Ozean festgestellt wurde, sowie im Süden der Halbinsel Californien *A. comonduana, californica, umbrosa* und *aliena*.

Wenn auch das aussertropische Nordamerika als artenarm bezeichnet werden muss, so steigert sich die Artenzahl im Süden des extratropischen Gebietes schon wesentlich. Eine Anzahl von Spezies reicht auch bereits in das tropische Gebiet hinein. So dringen auf dem Festlande über den Wendekreis des Krebses nach Süden vor: *A. hederacea*, die im mittelamerikanischen Xerophytengebiet, in Texas, Neu-Mexiko und dem angrenzenden Mexiko verbreitet ist und besonders an sandigen und steinigen Stellen vorkommt, *A. subviscida, A. phleoides* und *A. polystachya*. Letztere, eine einjährige Art, soll nach MÜLLER auch in Peru vorkommen. - Wesentlich artenreicher ist

Das Gebiet des tropischen Nord- und Mittelamerika.

Ausser dem tropischen Nordamerika bewohnt ganz Mittelamerika und Westindien *A. persimilis*, die von Mexiko bis Guatemala und auch auf den grossen Antillen vorkommt.

Auf nordamerikanisch-zentralamerikanisches Festland sind beschränkt *A. pilosa* und *A. leptopoda*, deren Areale sich ziemlich genau decken und etwa vom Wendekreise des Krebses bis zur Landenge von Panama ziehen. Die zur Sektion *Linostachys* gehörige *A. Schlechtendaliana* bewohnt nur das südöstliche Mexiko und das nördliche Zentralamerika bis Guatemala, während *A. unibracteata* nur auf einem kleinen östlichen mexikanischen Gebiete und auf Yucatan nachgewiesen ist.

In Nordamerika und Westindien kommen vor, ohne das Festland von Zentralamerika zu erreichen, ausser der schon erwähnten *A. caroliniana, A. chamaedrifolia*, deren Hauptvorkommen auf den grossen und kleinen Antillen liegt, die aber auch im südlichen Florida nachgewiesen würde, und *A. laxiflora*, die bisher nur aus dem südöstlichen Mexiko und aus Cuba bekannt ist.

Nur auf dem Festlande bewohnen südlich des Wendekreises *A. vagans* und *A. anemioides* grössere Areale. Daneben ist aber die Zahl der Arten, die bisher nur auf kleinen Arealen nachgewiesen wurden, ausserordentlich gross und ihre Zahl wird sich noch steigern sobald das vorliegende Hebarmaterial kritisch durchgearbeitet sein wird. In keinem Gebiete gibt es so viele Endemismen wie in Mexiko, und hier ist wiederum das stärkste Entwickelungszentrum der gebirgige Süden Mexikos zwischen dem 15 und 20° n. Br. Von Norden nach Süden und von Westen nach Osten fortschreitend, kennt man aus Mexiko folgende endemische Arten, die bisher meist nur von einem Standorte bekannt geworden sind: *A. dioica* von Monterey, *A. Fournierii, flavescens, obscura, longipes* und *longespicata*, sämtlich aus der Provinz San Luis Potosi, *A. leptoclada* aus West-Mexiko, ferner *A. sessilifolia, Karwinskii, pseudalopecuroides; A. ocymoides* wurde am Jorullo in 1300 m Höhe gesammelt, *A. brevi-*

caulis am Rio del Monte, *A. glandulosa* bei Salvatierra, *A. Lindeniana* bei Puente Nacional. *A. conspicua* und die an schattigen Stellen wachsende *A. rhombifolia* sind aus der Provinz Xalapa bekannt geworden. *A. oligantha* kommt in der Provinz Vera Cruz vor, *A. Frederici, melochiaefolia* und *Botteriana* sind bei Orizaba gesammelt und *A. purpurascens* bei Mexiko und Rosa Mexikanorum. *A. Langiana* ist bei Quilapa und *A. oreopola* nahe der Westküste festgestellt. Aus Oaxaca sind bekannt: *A. Botteriana, microcephala, longestipularis, depauperata, trachyloba, Katharinae, glandulifera, sabulicola, lignosa, Purpusii.*

Ausser diesen zahlreichen Arten werden aus Mexiko noch ohne weitere Standortsangaben genannt die Sträucher *A. macrostachyoides, tricholoba, Lagascana, cincta, triloba, Schlumbergerii, acapulcensis,* die Stauden *A. mollis, adenostachya, monostachya, anemioides,* sowie die einjährige *A. mexicana.*

Im Verhältnis zu Mexiko ist in Zentralamerika der Endemismus verschwindend gering. Aus dem südlichen Mexiko, aus Xiapas ist *A. capitallata* bekannt. Von der Halbinsel Yucatan ist *A. Seleriana* nachgewiesen, aus Guatemala ist *A. euphrasiostachys*, aus Honduras *A. Lotsii*, aus Salvador *A. firmula.* Auf dem Isthmus von Panama, in Costarica kommen endemisch vor: *A. septemloba* bei Karthago, *A. costaricensis, radinostachya,* die im Urwalde gesammelt wurde, und *A. irazuensis,* die in 2300 m am Vulkan Irazu festgestellt wurde.

Von den nur auf den westindischen Inseln vorkommenden Arten haben, soweit unsere Kenntnis bisher reicht, nur wenige eine Verbreitung, die sich über mehrere benachbarte Inseln erstreckt. So kommt *A. glechomaefolia* auf Cuba und Haiti und *A. portoricensis* auf Puerto-Rico und den Jungerninseln vor. Dagegen sind in ihrem Vorkommen beschränkt auf:

Cuba: *A. leptorhachis, distans, havanensis, fissa, pendula, nana, pygmaea;*
Jamaica: *A. hernandifolia, elliptica, virgata, laevigata, pruinosa, jamaicensis, Alexandri, scabrosa;*
Haiti: *A. tomentosa, angustifolia, hispaniolae;*
Porto-Rico: *A. Berteroana, bisetosa.*

Ausser diesen zahlreichen auf das tropische Nord- und Mittelamerika beschränkten Arten gibt es noch eine Anzahl solcher, die

das gesamte tropische Amerika beider Kontinente

bewohnen. Die Verbreitungsgebiete dieser Arten sind recht verschieden. Während *A. Schiedeana* nur aus Mexiko und Venezuela bekannt ist, bewohnt *A. alopecuroides* Süd-Mexiko, Zentralamerika, Cuba, Jamaica, Porto-Rico, Grenada und ist auch in Venezuela bei Caracas nachgewiesen. *A. setosa* ist in Mexiko, Yucatan, den Bahamas-Inseln, auf Cuba, St. Therese, Porto-Rico und Sta. Lucia heimisch und findet sich vielleicht auch im nördlichen Südamerika; sie soll sogar noch in Ecuador vorkommen. *A. arvensis,* ein Unkraut, ist von Mexiko über Mittelamerika bis Martinique und in Südamerika bis Peru verbreitet. *A. diversifolia* findet sich in Mexiko, Guatemala, Costarica, Columbien, Peru, Bolivien, Brasilien, Venezuela, aber auch auf Cuba. Das Verbreitungsgebiet von *A. macrostachya* deckt sich im wesentlichen mit dem von *A. diversifolia.* Es erstreckt sich von Mexiko über Guatemala, Honduras, Costarica, Columbien, Venezuela einschliesslich der Inseln Margarita u. Trinidad nach Osten und über Peru, Bolivien und Süd-Brasilien bis Minas Geraes nach Süden. Beide Arten umgehen das Amazonas-Urwaldgebiet im Westen. Das Areal von *A. Poiretii* reicht von Mexiko durch Guatemala bis Südamerika. Sie kommt hier nördlich und östlich des Amazonasgebietes vor, hat aber ihre Hauptentwickelung südlich desselben in Südbrasilien, Paraguay und Argentinien. In das andine Gebiet dringt sie ebenso wenig ein wie in das Urwaldgebiet des Amazonas.

Einige wenige weitere Arten erreichen Nordamerika nicht mehr. Sie kommen wohl in Mittelamerika noch zur Entwickelung, haben aber ihr Hauptverbreitungsgebiet zumeist in Südamerika. Nur *A. cuspidata* hat in Westindien, wo sie auf Cuba, Jamaica, Haiti, St. Vinzent, Becquia, Grenada, Bonaire, Curaçao und Aruba nachgewiesen ist, eine ausgedehntere Verbreitung, wöhrend sie in Südamerika den Norden, Columbia, Venezuela, den Osten und Süden Brasiliens, und im Westen Bolivien und Peru be-

wohnt, aber das Amazonas-Urwaldgebiet meidet. *A. membranacea* ist aus Cuba und Columbien nachgewiesen. *A. villosa*, die in Mittelamerika noch Costarica bewohnt, meidet das südamerikanische Urwaldgebiet, indem sie es im Westen und Süden umgeht. Nördlich desselben zwischen den Mündungen des Amazonenstromes und des Orinoko ist sie anscheinend nicht anzutreffen. In Panama und Columbien bewohnt *A. aristata* ein kleines Areal.

Die südamerikanischen Arten.

In Südamerika lassen sich deutlich zwei Entwickelungszentren unterscheiden: ein in den Anden gelegenes westliches und ein südöstliches im Brasilianischen Hochlande, die beide sehr artenreich sind und aus denen F. PAX und K. HOFFMANN bald noch eine Anzahl neuer Formen beschreiben werden. Während das mittlere und untere Amazonasgebiet keine Arten beherbergt, dringen in das obere einige andine Typen ein. Auch der Nordosten Südamerikas ist artenarm. Ebenso nimmt die Artenfülle im Süden des Kontinents ab und erlischt an der Westküste bereits unter dem südlichen Wendekreise, während im Osten *A. communis* bis zum 35° s. Br. vorkommt.

Die Sektion *Linostachys*, deren amerikanische Arten sämtlich Holzgewächse sind, hat im andinen Gebiet Südamerikas ihre Hauptentwickelung. Ausser der weiter verbreiteten *A. villosa* kommen hier auf die Anden beschränkt vor: *A. platyphylla* u. *A. subandina*, die aus Columbien, Ecuador, Peru nachgewiesen sind, sowie *A. salicifolia*, die bisher aus Ecuador und Peru bekannt ist. - Ferner bewohnen aus der Sektion *Eu-Acalypha* ausgedehntere Areale *A. cuneata*, die von Venezuela über Columbien bis Peru verbreitet ist, *A. heterodonta*, bekannt aus Venezuela und vom Fusse des Chimborasso aus Ecuador. Von Columbien über Peru bis Bolivien sind verbreitet *A. padifolia* und *A. stricta*. Sie steigen in Gebirgswäldern bis 2700 m hoch. Aus den Wäldern Boliviens ist mehrfach bekannt *A. benensis*. Von einjährigen Arten kommt im andinen Gebiet *A. boliviensis* vor, ein in Kulturen und auf Ruderalplätzen häufiges Unkraut, das zu den am weitesten nach Süden vord-ringenden Arten zählt.

Neben diesen weiter verbreiteten Arten ist das andine Gebiet durch einen starken Endemismus ausgezeichnet. So finden sich in V e n e z u e l a: *A. tenuifolia* und *A. Mülleriana* bei Puerto Cabello, in C o l u m b i e n *A. carthagenensis* in Wäldern und Gebüschen bei Carthagena, *A. callosa*, *A. caucana* in der Provinz Antioquia, *A. neogranatensis* in der Provinz Mariquita und *A. erythrostachya* bei Bogota. In E c u a d o r kommen endemisch vor: *A. Eggersii* bei Hacienda El Recreo, *A. andina* am Rio Verde und *A. infesta*, ein einjähriges Unkraut, das in Kulturen bei Cuchero festgestellt wurde. Aus P e r u sind fast durchweg ohne nähere Standortsangabe genannt *A. Forbesii*, *dictyoneura*, *peruviana*, *bullata*, *Ruiziana*, *stricta*, *stenoloba*, *contermina*, *macrodonta*, *reflexa*, und *divaricata*. Im westlichen Brasilien reicht in das oberé Amazonasgebiet hinein das kleine Areal von *A. juruana*. Besonders ausgebildet ist der Endemismus im Hochlande von B o l i v i e n. Von hier wurden beschrieben *A. macrophylla* aus feuchten Niederungen bei Tarapoto, *A. Williamsii* von San Buene Ventura, *A. lycioides* aus dem Bergwalde bei Charagua, *A. stachyura*, *mapirensis*, *capillaris*, die bei Mapiri festgestellt wurden, *A. paupercula*, die an Wegböschungen im Walde bei Chamatindi gesammelt wurde, *A. Mandonii*, die am Sorata in Wäldern in 2700 m Höhe vorkommt. Ferner wurden gesammelt: *A. Brittonii* und *inaequalis*, bei Corvico *A. eugenifolia* , im feuchten Gebüsch der Abra de la Senda in 2200 m Höhe *A. flabellifera*, am Rio Juntas in 1600 m Höhe *A. controversa*, im Walde zwischen Rio Pirai und Rio Cuchi, 450 m hoch *A. Herzogiana*, bei Yungas in 2000 m Höhe *A. hibiscifolia*, im Gebüsch der Quebrado de San Lorenzo und bei Sta. Cruz *A. cuprea*. Ohne genauere Standortsangaben sind aus Bolivien noch genannt: *A. Buchtieni*, *plicata*, *alchornioides* und aus Argentinien *A. subcastrata*.

Das zweite südamerikanische Entwickelungszentrum liegt im Brasiliansichen Hochlande. Von den Arten dieses Gebietes reichen am weitesten nach Westen bis nach Bolivien *A. communis*, *gracilis* und *brevipes*. Erstere bewohnt von allen hier in Frage kommenden Arten das grösste Areal. Es reicht von Ost-Brasilien, von

Minas Geraes und Rio de Janeiro über Goyaz, Sao Paulo, Mato Grosso bis Bolivien, Paraguay, Argentinien und Uruguay. Die Arealgrenze von *A. gracilis* fällt im Norden und Westen ziemlich mit der von *A. communis* zusammen, doch dringt die Art nicht so weit nach Süden vor. *A. brevipes* endlich, deren Areal sich langezogen auch in ost-westlicher Richtung erstreckt, reicht vielleicht noch etwas weiter nach Westen als die beiden vorgenannten Arten, greift aber nicht ganz so weit nach Norden und noch viel weniger weit nach Süden. Im Osten scheint es die Küste des Atlantischen Ozeans nicht zu berühren.

Mit den Arealen dieser Arten, die sich hauptsächlich von Westen nach Osten ausdehnen, decken sich zum Teil die Verbreitungsgebiete folgender Spezies, die ihre grösste Ausdehnung in süd-nördlicher Richtung haben. Ein nur kleines Areal bewohnt *A. digynostachya*, die aus den Urwäldern der Provinz Sao Paulo bekannt ist. *A. brasiliensis* ist auf den Osten Brasiliens, etwa von Blumenau bis Bahia, beschränkt. Weiter nach Westen, aber kaum weiter nach Norden reichen *A. prurtens* u. *Claussenii*. Dagegen hat eine grosse Ausdehnung in nord-südlicher Richtung *A. multicaulis*, die im Süden bis Rio Grande, im Norden bis zur Mündung des Paranahyba vorkommt und sich auch am weitesten von der Küste entfernt. *A. subvillosa* hat wohl auch im Hochlande von Brasilien ihre Haupt-Entwickelung. Sie strahlt aber im Süden des Amazonasgebietes bis Mato Grosso und findet sich, an der Küste des atlantischen Ozeans fortschreitend, auch in Ceara und sogar in Venezuela.

Neben diesen weiter verbreiteten Arten sind aus dem südöstlichen Südamerika auch eine ganze Anzahl von Arten bekannt, die nach unsern jetzigen Kenntnissen nur eine sehr beschränkte Verbreitung haben. Und zwar häufen sich diese Arten besonders in zwei Gebieten, in Paraguay und in Rio de Janeiro und den angrenzenden Provinzen.

Aus P a r a g u a y werden als Endemismen beschrieben: *A. lagoensis*, die im Walde in Colle Santo Thomas und bei Caraguaty, *A. dimorpha*, die im Walde der Sierra de Maracuja und *A. Hassleriana*, die an Flussufern vorkommt. *A. Nitschkeana* findet sich in Waldlichtungen und Gebüschen der Cordillera de Altos und am See Ypacarai. Aus dem südlichen Brasilien und aus Uruguay kennen wir die lokal verbreiteten Arten *A. striolata*, am Rio Grande do Sul bei Neu-Württemberg in lichten Wäldern vorkommend und *A. senilis* aus Uruguay.

Im Gebiet von Rio de Janeiro kommen vor *A. prunifolia* in schattigen Wäldern, *A. amblyodonta* an Flussufern, *A. brachyandra* bei Neu-Freiburg, *A. Peckoltii* und *Pohliana* bei Cantagallo. Im Staate Minas Geraes wurden festgestellt: *A. oxyodonta* in dichtem Gebüsch, *A. Martiana* im Urwalde und *A. chorisandra* im Urwalde bei Canna brava. In Mato Grosso wurde *A. amphigyne* festgestellt und weiter nördlich, bei Bahia ist *A. arciana* in der Serra Jakobina gesammelt worden.

In diesem Teile Brasiliens dürften wohl auch die meisten der Arten vorkommen, die aus Brasilien, ohne nähere Standortsangabe genannt werden; es sind dies: *A. urostachya, multicaulis, radicans, Riedeliana, accendens, seminuda.*

Als Ausläufer des südost-brasiliansichen Entwickelungsgebietes ist wohl das ziemlich isolierte Vorkommen der *A. acuminata*, eines kletternden Strauches, an der Mündung des Rio Negro im unteren Amazonasgebiete zu betrachten.

Ein etwas grösseres, aber auch isoliertes, von Guyana bis zum Amazonenstrom reichendes Areal bewohnt auch *A. scandens*.

Die Arten der südamerikanischen Inseln.

Einen typischen Insel-Endemismus birgt die brasilianische Insel Fernando de Noronha, an der Ostküste Brasiliens wenige Grade südlich des Äquators gelegen in der von RIDLEY beschriebenen *A. noronhae*.

Das Musterbeispiel aber bietet auch für die Gattung *Acalypha* die schon durch ihren sonstigen Endemismus berühmte Gruppe der Galapagos-Inseln im Grossen Ozean. Die unter dem Äquator gelegene, zu Ecuador gehörige, etwa 7600 qkm umfassende Inselgruppe besteht aus 10 grösseren und zahlreichen kleineren Inseln. Diese beherbergen 13 *Acalypha*-Arten, die keineswegs sehr nahe zusammen gehören, und ROBINSON hat Recht, wenn er die von MÜLLER zu *A. parvula* zusammengezogenen wieder als

selbständige Arten herstellt, zumal sie in ihrem Vorkommen meist nur auf einige, bisweilen sogar auf eine einzige Insel beschränkt sind, wie folgende Übersicht erkennen lässt, die aber nur die grösseren Inseln erwähnt.

Acalypha	Abigdon.	Albemarle.	Barrington.	Bindloe.	Charles.	Chatam.	Duncan.	Gardner.	Hood.	James.	Jervis.
Adamsii	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
albemarlensis .	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
cordifolia	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–
diffusa	–	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–
flaccida	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–
parvula	–	+	+	–	–	–	+	–	–	–	–
reniformis	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–
sericea	+	+	–	+	–	+	–	–	–	–	–
spicata	–	–	–	–	+	+	+	+	+	–	+
strobilifera ..	–	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–
velutina	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–
chatamensis ...	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
Baurii	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–

b. Übersicht nach Pflanzenprovinzen.

Der nach rein geographischen Gesichtspunkten gegebenen Übersicht über die Verbreitung der einzelnen Arten möge eine solche nach Pflanzenprovinzen folgen.

A. NÖRDLICHES EXTRATROPISCHES FLORENREICH.

I. ZENTRALASIATISCHES GEBIET.

Provinz des alpinen und subalpinen Yunnan: *A. Mairei.*
Provinz des alpinen und subalpinen Sztschwan: *A. australis.*

II. TEMPERIERTES OSTASIEN.

Provinz des nördlichen China und Koreas: *A. australis.*
Provinz des mittleren und nördlichen Japan: *A. australis.*

III. GEBIET DES ATLANTISCHEN NORDAMERIKA.

Seenprovinz: *A. virginica.*
Provinz des sommergrünen Missisippi- und Alleghanny-Waldes: *A. virginica.*
Immergrüne Provinz der südatlantischen Staaten: *A. caroliniana, virginica.*
Praerieprovinz: *A. virginica.*

B. PALAEOTROPISCHES FLORENREICH.

I. NORDAFRIKANISCH-INDISCHES WÜSTENGEBIET.

Übergangsprovinz: *A. Hochstetteriana crenata, ciliata.*

II. AFRIKANISCHES WALD- UND STEPPENGEBIET.

Südafrikanische Parksteppenprovinz: *A. ornata, Grantii, senegalensis, villicaulis, senensis, ceraceo-pnctata, indica, crenata, ciliata, segetalis.*
Nordafrikanische Hochland- und Steppenprovinz: *A. paniculata, fruticosa, ornata, Grantii, pauciflora, Stuhlmanni, sidaefolia, villicaulis, neptunica, bipartita, Volkensii, psilostachya, subsessilis, indica, brachystachya, crenata, glomerata, ciliata.*
Westafrikanische oder guinensische Waldprovinz: *A. paniculata, fuscenscens, fruticosa, ornata, nigritana, Manniana, Welwitschiana, angolensis, polymorpha, benguelensis, ambigua, Stuhlmanni, senensis, Grüningiana, neptunica, Deweorei, Hombei, ceraceo-punctata, indica, brachystachya, crenata, ciliata, angustissima, segetalis.*

Ostafrikanische und südafrikanische Steppenprovinz: *A. paniculata, Sonderiana, Boiviana, acrogyna, Engleri, chirindica, Helenae, dumetorum, fruticosa, ornata, Allenii, pauciflora, nyassica, angolensis, ambigua, Stuhlmanni, villicaulis, senensis, peduncularis, glandulifolia, Goetzei, depressinervia, entumenica, angustata, caperonioides, punctata, Wilmsii, Zeyheri, petiolaris, Ecklonii, glabrata, neptunica, bipartita, Volkensii, capensis, psilostachya, eriophylla, subsessilis, pubiflora, indica, brachystachya, crenata, glomerata, ciliata, Bussei, segetalis, shirensis.*

III. GEBIET DES SÜDWESTLICHEN KAPLANDES. A. Ecklonii, glabrata, capensis.

IV. GEBIET DER SÜDATLANTISCHEN INSELN.

Provinz St. Helena: *A. arborea, glabrata.*

V. MADAGASSISCHES GEBIET.

Provinz Madagascar und Komoren: *A. diminuta, emirnensis, madreporica, codonocalyx, Hildebrandtii, hologyna, comorensis, urophylla, radula, Baroni, Lyalli, juliflora, integrifolia, marginata, fasciculata, chibomboa, arborea, leptomyura, Bakeriana, meiodonta, Leoni, Humblotiana, rottlerioides, Richardiana, pubiflora, Paxiana, spiciflora, indica, vulneraria, Spachiana, squarrosa.*
Provinz der Maskarenen: *A. integrifolia, arborea, indica.*
Provinz der Seychellen: *A. indica.*

VI. VORDERASIATISCHES GEBIET.

Provinz des westlichen Gebirgsrandes der Malabarküste: *A. paniculata, fruticosa, alnifolia, indica, brachystachya, malabarica, ciliata.*
Provinz der Gangesebene: *A. indica.*
Hindostanische Provinz: *A. fruticosa, alnifolia, Dalzelli, indica, brachystachya, ciliata.*
Provinz Ceylon: *A. paniculata, fruticosa, indica, brachystachya, ciliata.*

VII. MONSUNGEBIET.

Provinz des tropischen und subtropischen Himalaya: *A. indica, brachystachya, ciliata.*
Nordwestmalayische Provinz: *A. Lacei, indica.*
Südwestmalayische Provinz: *A. paniculata, caturus, Zollingeri, indica, brachystachya, boehmerioides, fallax, lanceolata.*
Zentralmalayische Provinz: *A. caturus, stipulacea, spinescens, indica.*
Austromalayische Provinz: *A. indica.*
Papuasische Provinz: *A. grandis, novo-guineensis, longispica, hispida, stenophylla, Hellwigii, insulana, nematorhachis, boehmerioides.*

Araukarien-Provinz: *A. Pancheriana, neo-caledonica, capillipes, nemorum, Cunninghami, eremorum.*
Hinterindisch-Ostasiatische Provinz: *A. Kerrii.*
Provinz der Philippinen und Süd-Formosas: *A. caturus, grandis, akoensis, formosana, stipulacea, grandibracteata, cardiophylla, indica, boehmerioides.*
Melanesische Provinz: *A. grandis, rivularis, latifolia, Wilkesiana, insulana, stipularis, anisodonta, denudata, reparda, boehmerioides.*
Polynesische Provinz: *A. Forsteriana, Lepinei, laevifolia, brevibracteata, Jardini, tenuiramea.*

VIII. OSTCHINESISCH-SÜDJAPANISCHES ÜBERGANGSGEBIET: A. acmophylla, indica, brachystachya, fallax.

C. ZENTRAL- UND SÜDAMERIKANISCHES FLORENREICH.

I. MITTELAMERIKANISCHES XEROPGYTEN-GEBIET.

Chaparal-Provinz: *A. caroliniana, virginica, neomexicana, Lindheimeri, radians, hederacea.*
Sonora-Provinz: *A. Schlechtendaliana, californica, commonduana, Pringlei, polystachya.*
Provinz des mexikanischen Hochlandes: *A. Schlechtendaliana, longipes, macrostachyoides, oligantha, Langiana, multispicata, depauperata, leptoclada, glandulosa, dioica, brevicaulis, pilosa, melochiaefolia, trachyloba, glandulifera, tricholoba, microcephala, unibracteata, leptopoda, capitellata, sabulicola, Lindeniana, Frederici, mollis, vagans, adenostachya, Lagascana, flavescens, Liebmanniana, lignosa, laxiflora, Katharinae, oligodonta, Schiedeana, cincta, conspicua, oreopola, triloba, ocymoides, polystachya, setosa, persimilis, hypogaea, diversifolia, acapulcensis, Schlumbergeri, mexicana, neomexicana, subviscida, Botteriana, phleoides, Karwinskii, obscura, rhombifolia, Purpusii, Poiretii, arvensis, alopecuroides, longestipularis, longespicata, purpurascens, hederacea, monostachya, enemioides, pseudo-alopecuroides.*

II. GEBIET DES TROPISCHEN AMERIKA.

Provinz des tropischen Zentral-Amerika und Süd-Californien :*A. Seleriana, villosa, coryloides, flagellata, euphrasiostachys, simplicissima, unibracteata, leptopoda, firmula, papillosa, aliena, parvifolia, septemloba, Fournieri, setosa, persimilis, diversifolia, umbrosa, Lotsii, phleoides, Poiretii, alopecuroides, sessilifolia.*
Westindische Provinz: *A. leptorhachis, villosa, hernandifolia, Alexandri, elliptica, virgata, distans, laevigata, pruinosa, jamaicensis, membranacea, laxiflora, portoricensis, angustifolia, tomentosa, setosa, persimilis, caroliniana, diversifolia, cuspidata, bisetosa, scabrosa, Berteroana, fissa, pendula, nana, glechomifolia, pygmaea, chamaedrifolia, hispaniolae, Poiretii, havanensis, arvensis, alopecuroides.*
Subäquatoriale andine Provinz : *A. platyphylla, salicifolia, subandina, villosa, subvillosa, costaricensis, tarapotensis, caucana, macrostachya, heterodonta, callosa, dictyoneura, pilosa, neogranatensis, cuneata, Eggersii, leptopoda, stricta, radinostachya, membranacea, Schiedeana, irazuensis, infesta, stenoloba, setosa, persimilis, diversifolia, plicata, cuspidata, tenuifolia, Forbesii, Poiretii, pauperula, arvensis, aristata, alopecuroides, macrodonta, erythrostachya, cartaginensis, peruviana, controversa, bullata, padifolia.*
Cisäquatoriale Savannen-Provinz: *A. Milleriana, villosa, subvillosa, scandens, macrostachya, heterodonta, Grisebachiana, cuneata, Schiedeana, diversifolia, cuspidata, Poiretii, alopecuroides.*
Provinz des Amazonenstroms :*A. villosa, scandens, macrostachya, cuneata, acuminata, juruana, benensis, communis, samydaefolia, diversifolia, neocordifolia, alchornioides, cuspidata, lycioides, Poiretii, Herzogiana, gracilis.*

Südbrasilianische Provinz: *A. villosa, subvillosa, macrostachya, urostachya, communis, Hassleriana, brevipes, goyazensis, amphigyna, diversifolia, striolata, noronhae, prunifolia, Martiana, Riedeliana, oxydonta, lagoensis, cuspidata, amblyodonta, dimorpha, arciana, Pohliana, seminuda, Peckoltii, brasiliensis, ascendens, brachyandra, radicans, Poiretii, chorisandra, Claussenii, multicaulis, Nitschkeana, pruriens, digynostachya, gracilis.*

III. ANDINES GEBIET.

Westliche und mittlere hochandine Provinz: *A. villosa, macrostachya, Williamsii, cuneata. inaequalis, Buchtieni, Ruiziana, andina, padifolia, mapirensis, stachyura, eugenifolia, hibiscifolia, macrophylla, diversifolia, divaricata, subcastrata, cuspidata, flabellifera, Argomilleri, Mandonii, reflexa, boliviensis, contermina, apicalis, arvensis.*
Argentinische Provinz: *A. cuprea, Brittoni, capillaris, senilis.*

IV. GEBIET DER GALAPAGOS-INSELN: A. Adamsii, albemarlensis, cordifolia, diffusa, flaccida, parvula, reniformis, sericea, strobilifera, velutina, chatamensis, Baurii.

2. Das Gesamtareal der Gattung.

a. Umgrenzung.

Die etwa 360 Arten der Gattung *Acalypha* sind, wie aus der Darstellung der Areale der einzelnen Arten hervorgeht, über die Tropen und Subtropen der alten und neuen Welt verbreitet.

Die Nordgrenze des Areals der Gattung verläuft in Afrika etwa zwischen dem 10 und 20° n. Br. am Südrande der Sahara, geht im Gebiete des Nil weiter nach Norden, etwa bis zum 20° n. Br., schliesst in südöstlicher Richtung verlaufend den Südwesten Arabiens ein, steigt in nordöstlicher Richtung in der Indusebene bis über den 30° n. Br., um den Himalaya am Südfusse zu begleiten. In Ostasien verläuft sie wieder in nordöstlicher Richtung und erreicht in der Mandschurei etwa den 45° n. Br., um dann wieder nach S.O. zurückzuweichen und Japan unter dem 35° n. Br. zu schneiden. - In Nord-Amerika verläuft die Nordgrenze von W. nach O. in der Weise, dass der nördliche Teil der Halbinsel Californien, etwa vom 30° n. Br. an ausserhalb des Areals der Gattung bleibt, während die Arealgrenze von hier an steil nach N.O. ansteigend, Arizona schneidend, die grossen kanadischen Seen im Norden umfassend etwa unter dem 50° n. Br. ihren nördlichsten Punkt erreicht, um dann in südöstlicher Richtung verlaufend nördlich des 40 Breitengrades die Küste des Atlantischen Ozeans zu berühren.

Die Arten, welche die Nordgrenze des Areals bilden, sind in Afrika (a= annua, p = perennis, l = lignosa): *A. ciliata a, senegalensis p, ceraceo-punctata l, ornata p, villicaulis p, senensis p, crenata a, indica a, Hochstetteriana a, brachystachya a, paniculata p, fruticosa l, segetalis a.* - In Asien bilden die Nordgrenze: *A. indica a, ciliata a, brachystachay a, Lacei l, Mairei l, australis a,* und in Nord-Amerika: *A. Pringlei l, neomexicana a, Lindheimeri p, caroliniana a* und *virginica a.*

Die Südgrenze des Areals verläuft von der Südspitze Afrikas zur Nordgrenze Australiens, biegt vom Kap York steil nach Süden und schliesst einen schmalen Küstenstrich im Osten des Kontinents zwischen dem 20 und 30° s. Br. ein, schneidet weiter in nordöstlicher Richtung, etwa unter dem Wendekreise des Steinbocks verlaufend, die südamerikanische Andenkette, biegt dann stark nach Südosten und verlaufend, die südamerikanische Andenkette, biegt dann stark nach Südosten und erreicht unter der Mündung des Rio de la Plata den Atlantischen Ozean.

b. Klimatische Verhältnisse.

Die recht bedeutende Grösse des Areals bedingt einen ungewöhnlichen Reichtum und Wechsel der Verhältnisse. Kontinente von riesigen Ausdehnungen und geringer Gliederung und Inseln jeder Grösse und Entstehungsart gehören ihm an. Damit verbunden ist eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit der oreographischen Verhältnisse. Hochplateaus, vulkanische Gebiete, Faltengebirge, Tafelländer, jedes in den verschiedensten Ausmassen, bieten der Gattung den Wohnraum.

Diese Verschiedenartigkeit der oreographischen Verhältnisse hat natürlich auch eine solche der klimatischen zur Folge und diese wieder wirkt mitbestimmend auf die Verbreitung der Gattung. Sowohl die Wuchsformen der einzelnen Arten als auch ihre besondern Areale werden zweifellos neben entwickelungsgeschichtlichen in hervorragendem Masse durch klimatische Faktoren bestimmt.

Versucht man aber die Grenzen des Areals klimatisch zu begründen, so zeigt ein Studium der Klimakarten, wie sie in reicher Zahl SUPAN bietet, dass eine Übereinstimmung zwischen Arealgrenze und irgendwelchen Isothermen nicht festzustellen ist. Die Grenzen sind vielmehr orographisch bedingt. In Asien bildet das gewaltige Gebirgsmassiv des Himalaya, das wohl als Ausbreitungshindernis angesprochen werden kann, auf eine grosse Strecke die Scheidelinie. In Afrika ist die Grenze durch das mächtige Wüstengebiet der Sahara gegeben. - Dass keine Art der Gattung nördlich der Sahara vorkommt, muss entwickelungsgeschichtliche Gründe haben. Rein klimatisch betrachtet stünden einer Entwickelung im Mittelmeergebiet wohl keine Hindernisse entgegen, zumal es, namentlich in seine wärmeren Teilen, auch andere Euphorbiaceen-Gattungen tropischer Herkunft, wie *Chrozophora* und *Andrachne*, beherbergt. Dort, wo keine natürliche Verbreitungsgrenze vorhanden ist, wie in Ostasien und im Atlantischen Nordamerika, dringen einzelne Arten, der menschlichen Kultur folgend, recht weit nach Norden.

Aber auch innerhalb des Areals sind die klimatischen Verhältnisse durchaus nicht gleichartig, wie schon aus der Mannigfaltigkeit der Landgestaltung hervorgeht. Will man einen Überblick über die Verschiedenartigkeit des Klimas innerhalb des Areals gewinnen, so folgt man am besten der kurzen Charakteristik SUPANs (36, 233 u. T. XV). Danach deckt sich das Areal der Gattung entweder ganz oder doch zum grössten Teil mit folgenden Klimaprovinzen im Sinne SUPANs:

I. IN DER ALTEN WELT mit der:
1. tropischen Provinz von Afrika, die den grössten Teil des Kontinents südlich der Sahara und die Südwestspitze Arabiens umfasst. Die hohen Temperaturen der Küsten sind auf den Hochländern des Innern durch die Seehöhe gemildert, und die Tropenregen nehmen nach Westen zu ab.
2. Kalahariprovinz, zu der das regenarme Gebiet von Südwest-Afrika gehört.
3. Kapprovinz, die durch Etesienklima, also durch winterliche Niederschläge und sommerliche Dürre ausgezeichnet ist.
4. Indusprovinz, dem durch Trockenheit und Hitze ausgezeichneten Indus-Tiefland.
5. Chinesisch-japanische Provinz, die Ostasien und Japan umfasst. Sie zeigt auf dem Festlande relativ bedeutende Winterkälte und streng periodische Regen. In Japan treten diese Eigentümlichkeiten etwas gemildert auf.
6. Ostindisch-australische Monsunprovinz. Diese hat mit Ausnahme einiger Gegenden im Archipel streng periodische Regen mit SW-Wind, bzw. NO-Wind. Die Temperatur ist trotz der grossen Ausdehnung der Provinz ziemlich gleichmässig und die Jahresschwankung sehr mässig.
7. Polynesische Provinz mit Tropenklima, das aber durch die See gemildert ist. Eigentlich herrscht das ganze Jahr hindurch ein milder Sommer. Regen fällt auf den höheren Inseln reichlich und mit tropischer Periodizität.
8. Australische Ostprovinz, mit ergiebigen ziemlich regelmässigen Niederschlägen und mässigen Temperaturschwankungen.

II. IN AMERIKA mit
9. dem Südosten der Hochlandsprovinz, die durch Trockenheit und grosse jährliche und tägliche Temperaturschwankungen charakterisiert ist.
10. Dem Süden der atlantischen Provinz. Diese zeigt im Winter einen grossen Temperatur-Gegensatz zwischen Norden und Süden. Auch die Küsten haben Landklima. Die Temperaturveränderlichkeit ist gross. Regen fällt reichlich und gleichmässig über das ganze Jahr verteilt.
11. Der westindischen Provinz, die auch den Südrand von Nord-Amerika umfasst. Sie ist durch gleichmässige Temperatur und Niederschläge zu allen Jahreszeiten aber mit ausgesprochenem Sommer-Maximum ausgezeichnet.
12. Der tropischen Kordillerenprovinz, in der auf dem innern Tafellande wegen der beträchtlichen Seehöhe ewiger Frühling herrscht. Während in Mexiko und Zentralamerika Zenitalregen ausgeprägt erscheinen, sind in Südamerika die Niederschläge gleichmässiger.
13. Der ausserandinen Tropenprovinz von Südamerika, deren klimatische Verhältnisse noch nicht hinreichend bekannt sind, dorch dürfte der Gegensatz zwischen Gebirgs- und Tiefland eine ziemliche Mannigfaltigkeit des Klimas zur Folge haben.
14. Der peruanischen Provinz mit Ausnahme des südlichsten Teils, die auch einen Teil von Chile bis zum 30° s. Br. umfasst. Sie ist regenarm und abnorm kühl.
15. Einem kleinen nördlichen Teile der Pampasprovinz, in der Regen ebenfalls nicht häufig und die jährliche Temperaturschwankung, wenigstens im Norden, ziemlich gross ist.

Schon dieser skizzenhafte Überblick über die Mannigfaltigkeit der Klimaverhältnisse zeigt, dass von einer Anpassung der ganzen Gattung an ein bestimmtes Klima nicht die Rede sein kann; das schliesst natürlich die Anpassung bestimmter Arten an bestimmte Klimaverhältnisse nicht aus. Um aber feststellen zu können, welches Klima einer grossen Anzahl von Arten zusagt, ist es nötig, die Verbreitungsdichte innerhalb des Areals festzustellen.

c. Verbreitungsdichte.

Innerhalb des Areals der Gattung ist die Ausbildung der Artenzahl eine recht verschiedene. Bezeichnet man Gebiete, die von einer grösseren Anzahl von Arten gemeinschaftlich bewohnt werden, als E n t w i c k e l u n g s z e n t r e n , so kann man deren folgende unterscheiden:

1. Das Hochland von Mexiko, das mit mehr als 60 Arten das bei weitem artenreichste Gebiet ist. Nach der monographischen Durcharbeitung der Gattung wird die Zahl der Arten wahrscheinlich noch bedeutend grösser sein. Es gehört hauptsächlich der tropischen Kordillerenprovinz an. Das Klima ist zum grössten Teil das eines tropischen Hochlandes. Küstenklima kommt nur in einer geringen Ausdehnung zur Geltung. Vorwiegend ist der Charakter der Trockenheit und die Beschränkung der Niederschläge auf den Sommer (19, II. 282; 35).

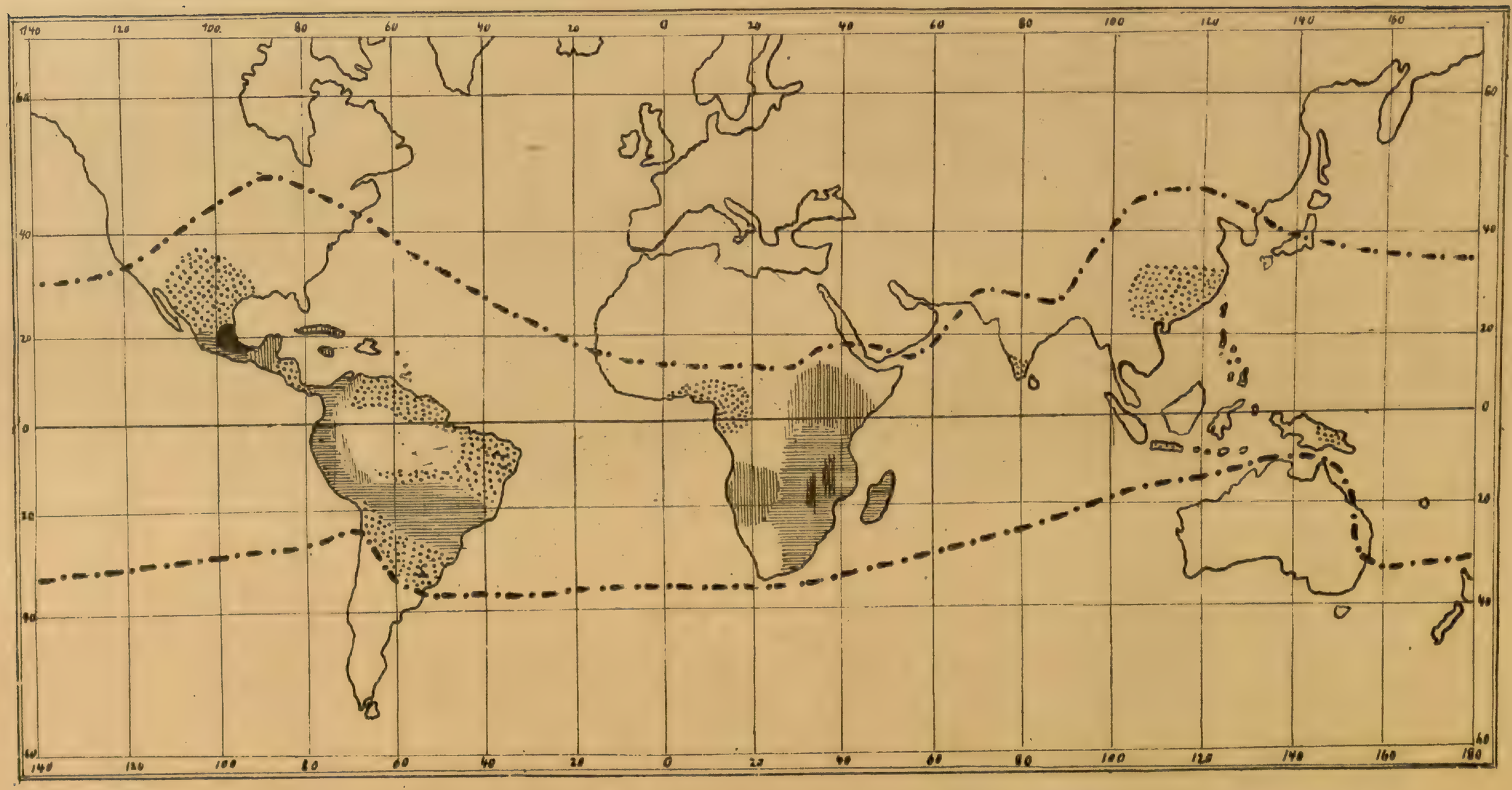
2. Die südamerikanischen Anden zwischen dem 10° n. Br. und dem 20° südlicher Breite. Sie beherbergen im Durchschnitt etwa 40 Arten. Klimatisch gehören sie der tropischen Kordillerenprovinz und der peruanischen Provinz an. Während erstere im ganzen niederschlagreich ist, ist die peruanische Provinz vielfach regenarm u. kühl. - Dieses Entwickelungszentrum steht in Zusammenhang mit dem des

3. Brasilianischen Hochlandes und dem angrenzenden Südbrasilien, das auch von etwa 40 Arten bewohnt wird. Dieses Gebiet gehört hauptsächlich dem ausserandinen tropischen Amerika an. Es hat bei mässiger Periodizität reichliche Niederschläge (35).

4. Das Hochland von Ost- und Südostafrika, das von etwa 30 Arten besiedelt ist. Es gehört klimatisch zur tropischen Provinz von Afrika, dessen hohe Temperaturen auf dem Hochlande gemildert sind und das noch reichlich Tropenregen hat.

Neben diesen Haupt-Entwickelungsbieten gibt es noch ausgedehnte Areale, in denen die Zahl der Arten geringer ist. Es sind dies hauptsächlich die angrenzenden Räume, die man deshalb auch als A u s s t r a h l u g s g e b i e t e bezeichnen kann. So schliessen sich z.B. an das mexikanische Entwickelungsgebiet

Arealgrenzen und Verbreitungsdichte der Gattung Acalypha



Dichte: bis 5: 6-10: 11-20: 21-40: 41-60: 61-80: Arten

Arealgrenze

im Süden Teile von Centralamerika, die bis zu 20 Arten beherbergen. An das südamerikanische Haupt-Entwickelungszemtrum leht sich im Osten ein ebensolches und in Afrika grenzt nördliche an das Hauptentwickelungszentrum ein das abyssinische Hochland umfassendes mit fast 20 Arten.

Überblickt man diese Tatsachen, so zeigt sich als wichtigstes allgemeines Ergebnis, dass der Artenreichtum am grössten in niederschlagsreichen Hochländern u. Gebirgen ist, dass sie Urwaldgebiete möglichst meiden und in Wüsten gar nicht vorkommen. An stärkere Periodizität vermögen sich besonders die perennierenden u. einjährigen Arten anzupassen.

B. DIE STANDORTE.

Für die Beurteilung des Vorkommens der *Acalypha*-Arten genügt die blosse Kenntnis ihrer Areale noch nicht, man muss auch die ökologischen Verhältnisse zu ergründen versuchen.

1. Die Pflanzenbestände.

Es ist völlig unmöglich, schon jetzt das Vorkommen der verschiedenen Arten in bestimmten Pflanzenformationen oder Assoziationen zu bestimmen. Dazu ist das vorliegende Material noch viel zu dürftig. Haben doch erst in neuester Zeit manche - bei weitem nicht alle - Sammler auf solche Beobachtungen und Notizen Wert gelegt, während sie aus frührere Zeit fast gänzlich fehlen. Auch in der Literatur sind erst aus jüngster Zeit solche Angaben ersichtlich. Dazu sind die wenigen Nachrichten oft noch recht unbestimmt.

Die Frage, ob Arten der Gattung *Acalypha* formationsbestimmend auftreten, ist nicht zu beantworten. Es ist aber wahrscheinlich, dass dies nicht der Fall ist. Dagegen gibt es sicher solche Arten, die immerhin wesentliche Bestandteile von Pflanzenbeständen ausmachen.

Höhenangaben sind ebenfalls ziemlich selten. Soweit von einzelnen Arten Höhen von mehr als 1000 m genannt sind, sind die höchsten bekannt gewordenen Angaben in der Übersicht (siehe folgende Tabelle) mit eingetragen. Es unterliegt aber gar keinem Zweifel, dass noch sehr viel mehr Arten als hier genannt sind, in recht bedeutenden Höhen vorkommen.

Was bisher über die Standörte einzelner Arten nach der Literatur und Herbarmaterial bekannt geworden ist, findet sich gleichfalls in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Dabei sind die Arten zunächst nach ihrer Wuchsform, als Einjährige, perennierende Stauden und Holzgewächse unterschieden. Innerhalb jeder dieser Gruppen sind wieder diejenigen zusammengestellt, die in einer Pflanzenprovinz oder in benachbarten vorkommen, weil ja die - auch gleich benannten - Pflanzenbestände verschiedener Pflanzenprovinzen zuweilen verschiedenes Gepräge tragen.

Es würde die Übersicht wesentlich beeeinträchtigen, wollte man alle in den Sammlungen genannten Formationen, Assoziationen und andere, unter sich recht ungleichartige Begriffe, nebeneinander aufzählen. Es galt deshalb, einige allgemeine Bezeichnungen für die Pflanzenbestände festzustellen, die gewisse einheitliche Charakterzüge haben. Es wurden folgende Gruppen aufgestellt:

1. Pflanzen offener Gebirgsformationen, wie Felsen, Bergabhänge, Bergwiesen u.s.w.
2. Wald- und Gebüschpflanzen. Hierzu sind alle Arten gestellt, die nachgewiesen sind in Urwaldlichtungen, Wäldern, Gebüschen, Dickichten, Gestrüpp, Mischwald, Buschwald, Sekundärwald, Waldlichtungen, an Waldrändern und ähnlichen Stellen; es sind zum grössten Teil auch Pflanzen höher gelegener Standorte.
3. Pflanzen feuchter Standorte. Darunter sind solche Arten zu verstehen, die an Flüssen, Wasserfällen, in Flusstälern, Schluchten, Talkesseln, Niederungen u.s.w. gesammelt wurden.
4. Steppenpflanzen, wobei ein Unterschied zwischen Baum-, Sukkulenten- und Grassteppe von den Sammlern nur selten angegeben ist. - Unter
5. Ödland- und Ruderalpflanzen sind alle die Arten zusammengefasst, die an trockenen, sandigen oder kieseligen Stellen, an Wegrändern, Bahndämmen, und ähnlich-

chen Stellen festgestellt wurden.

6. Unkräuter in Kulturen.

Acalypha	Höhe m	Pfl. off. Gebirgs-form.	Wald- u. Gebüsch-pfl.	Pfl. feu-chter Standor-te.	Steppen pfl.	Ödland- u. Rude-ralpfl.	Unkräu-ter
Einjährige.							
australis		–	–	–	–	–	+
Hochstetteriana		–	–	+	–	–	–
ciliata	2000	+	+	+	+	–	+
crenata		–	–	–	–	–	+
brachystachya	2700	–	+	–	–	–	+
indica	1000	–	+	+	+	+	+
segetalis	1800	+	–	+	+	+	+
glomerata		–	–	+	–	–	–
Ecklonii		–	+	–	–	–	–
boehmerioides		–	–	–	–	+	+
virginica		–	+	–	–	+	+
neomexicana	2500	+	–	+	–	–	–
polystachya		–	–	–	–	–	+
ocymoides	1000	+	–	–	–	–	–
persimilis		–	–	+	–	–	+
arvensis	1300	–	–	–	–	+	+
alopecuroides	1000	–	+	–	–	+	+
mexicana	1400	–	–	–	–	+	+
setosa		–	–	+	–	+	+
hypogaea		+	–	+	–	–	+
simplicissima		–	+	–	–	–	–
caroliniana		–	+	–	–	+	+
Poiretii	1700	+	–	+	–	+	+
infesta		–	–	–	–	+	+
boliviensis		–	–	–	–	+	+
Perennes.		–	–	–	–	–	–
senegalensis		–	–	+	–	–	–
peilostachya	3000	+	+	+	–	–	+
pilicaulis	1200	+	+	+	+	+	–
Manniana		–	+	–	–	–	+
paniculata	2600	+	+	+	+	+	+
senensis	2000	+	+	+	+	+	–
polymorpha		+	+	–	–	–	–
petiolaris	1700	–	+	–	–	+	+
Goetzei		–	+	–	–	–	–
depressinervia		–	–	–	+	+	–
pedunculariis	1800	+	–	–	+	+	–
caperonioides	2300	–	–	–	–	+	–
punctata	1300	+	+	+	+	–	–
Grüningiana		–	+	–	–	–	–
glandulifera		–	–	–	–	+	–
insulana		–	–	–	+	+	–
radians		–	–	–	–	+	–
brevicaulis	3000	+	–	–	–	–	–
rhombifolia		–	+	–	–	–	–
sabulicola		–	–	–	–	+	–
Katharinae	2000	+	–	–	–	–	+
Purpusii		–	–	–	+	+	–

Acalypha	Höhe m	Pfl. off. Gebirgs-form.	Wald- u. Gebüsch-pfl.	Pfl. feu-chter Standor-te.	Steppen pfl.	Ödland- u. Rude-ralpfl.	Unkräu-ter
Perennes.							
dissitiflora		+	–	–	–	–	–
anemioides	2300	+	–	–	–	–	–
multispicata		–	–	+	–	–	–
hederacea		–	–	+	–	+	–
Langiana	2000	–	–	+	–	–	–
phleoides	1300	+	+	+	+	–	+
Lindheimeri		–	–	+	–	+	–
subviscida	1700	–	–	+	–	–	–
Chamaedrifolia		+	+	+	+	–	–
hispaniolae		–	+	+	–	+	+
irazuensis	2300	+	–	–	–	–	–
Forbesii	2300	–	–	–	–	–	–
Herzogiana		–	+	–	–	–	–
pauperculata		–	+	–	–	–	–
multicaulis		–	+	–	–	–	–
Claussenii		–	–	–	–	+	+
goyazensis		–	–	–	–	–	+
sidaefolia		–	–	–	–	–	–
velutina		–	–	–	–	+	–
sericea		+	–	–	–	–	–
spicata		–	–	+	+	–	–
strobilifera		–	–	+	+	–	–
diffusa		–	–	+	+	–	–
Lignosae.							
Mairei		+	–	+	–	–	–
ornata	1600	+	+	+	+	+	+
fruticosa	2000	+	+	+	+	–	+
acrogyna		–	+	–	–	–	–
neptunica		–	+	–	–	–	–
glabrata	1200	–	+	–	–	–	–
Boiviana		–	–	+	–	–	–
ambigua		–	–	+	–	–	–
eriophylla		–	–	+	–	–	–
Engleri		–	+	–	–	–	–
Volkensii		–	+	–	–	–	–
angolensis		–	+	–	–	–	–
Welwischiana		–	+	–	–	–	–
Helenae		–	–	–	+	–	–
dumetorum	1700	–	+	+	–	–	+
radula		–	+	–	–	–	–
squarrosa		–	–	–	+	–	–
Leonii		–	+	–	–	–	–
madreporica		–	+	–	–	–	–
polyneura		–	+	–	–	–	–
arborea		–	+	–	–	–	–
comorensis		–	+	+	–	–	–
juliflora		–	+	–	–	–	–
Richardiana		–	–	+	–	–	–
alnifolia		+	–	–	–	–	+
stipulacea		–	+	+	–	–	–
caturus		+	–	–	–	–	–

Acalypha	Höhe m	Pfl. off. Gebirgs-form.	Wald- u. Gebüsch-pfl.	Pfl. feu-chter Stander-te.	Steppen pfl.	Ödland- u. Rude-ralpfl.	Unkräu-ter
Lignosae.							
capillipes		-	+	-	-	-	-
grandis		+	+	+	-	-	-
Hellwigii		-	+	-	-	-	-
novoguineensis		-	+	-	-	-	-
hispida		-	-	-	-	-	+
longispica		-	+	-	-	-	-
eremorum		-	-	+	-	-	-
nemorum		-	-	+	-	-	-
cardiophylla		-	+	-	-	-	-
insulana	1700	-	+	-	-	-	-
rivularis		-	-	+	-	-	-
stipularis		-	+	-	-	-	-
Pringlei		+	-	-	-	-	-
acapulcensis		-	-	+	-	-	-
dioica		+	-	-	-	-	-
flavescens		-	-	+	-	-	-
glandulifera	3500	-	-	+	-	-	-
longipes		+	-	+	-	-	-
oreopola		-	-	+	-	-	-
Schlechtendal.		-	+	-	-	-	-
macrostachyoid.	1300	-	+	-	-	-	-
diversifolia	1800	-	+	+	-	-	-
macrostachya	3000	-	+	+	-	-	-
parvifolia		-	-	+	-	-	-
unibracteata		-	+	-	-	-	-
papillosa		-	+	-	-	-	-
Seleriana		-	+	-	-	-	-
portoricensis		-	+	+	-	-	-
angustifolia		-	+	+	-	-	-
tomentosa		+	-	-	-	+	-
Berteroana		-	-	-	-	-	+
elliptica		-	+	-	-	-	-
hernandifolia		-	+	-	-	-	-
jamaicensis		-	+	-	-	-	-
bisetosa		+	+	+	-	-	+
caucana		-	+	+	-	-	-
leptopoda		-	+	-	-	-	-
callosa	2700	-	+	-	-	-	-
carthagenensis		-	+	-	-	-	-
radinostachya		-	+	-	-	-	-
subandina		-	+	-	-	-	-
plicata	2700	+	-	+	-	-	-
villosa	1600	-	+	+	-	+	-
platyphylla		-	+	-	-	-	-
cuspidata	3000	-	+	+	-	-	-
lycioides	1000	-	+	-	-	-	-
neocordifolia		-	+	-	-	-	-
juruana		-	+	-	-	-	-
gracilis	2000	-	+	-	-	-	-
communis	2700	+	+	+	-	+	+
brasiliensis		-	+	-	-	-	-

Acalypha	Höhe m	Pfl. off. Gebirgs-form.	Wald- u. Gebüsch-pfl.	Pfl. feu-chter Stander-te.	Steppen pfl.	Ödland- u. Rude-ralpfl.	Unkräu-ter
Lignosae.							
scandens		–	–	+	–	–	–
oxyodonta		–	+	–	–	–	–
amblyodonta		+	–	–	–	–	–
padifolia	2100	–	+	–	–	–	–
dimorpha		–	+	–	–	–	–
lagoensis		–	+	–	–	–	–
Nitschkeana		–	+	–	–	–	–
digynostachya		–	+	–	–	–	–
chorisandra		–	+	–	–	–	–
Martiana		–	+	–	–	–	–
pruriens		–	+	–	–	–	–
striolata		–	+	–	–	–	–
tarapotensis		–	+	–	–	–	–
prunifolia		–	+	–	–	–	–
amblyodonta		–	–	+	–	–	–
Hasslerlana		–	–	+	–	–	–
eugenifolia		–	–	–	–	+	–
flabellifera	2200	–	+	–	–	–	–
subsessilis		+	–	–	–	–	–
Buchtieni	1700	–	+	–	–	–	–
Mandonii	2700	–	+	–	–	–	–
cineata		–	+	–	–	–	–
tapirensis	1900	–	–	+	–	–	–
divaricata		–	+	–	–	–	–

Die vorstehende Übersicht lehrt folgendes:

Die einjährigen Arten, von denen wir etwa von 5/6 der Spezies Standortsangaben besitzen, sind am wenigsten an bestimmte Vegetationsformationen gebunden. Es sind typische Ödland- und Ruderalpflanzen, sowie Ackerunkräuter, sie kommen aber auch in Flussniederungen und auf Waldlichtungen vor. Seltener sind sie in der Steppe oder in offenen Gebirgsformationen. Dass sie Gebirge nicht völlig meiden, beweisen die Höhen-Angaben. Kommen doch einzelne Arten, wie *A, ciliata* bis 1600 m, *A. Poiretii* bis 1700 m, *A. segetalis* bis 1800 m, *A. neomexicana* bis 2500 m und *A. brachystachys* sogar bis 2700 m hoch vor.

Die perennierenden Arten. – Etwa von der Hälfte der perennierenden Arten sind wir über das Vorkommen unterrichtet. Doch dürfte diese Zahl bereits ein allgemeines Urteil zulassen. Es zeigt sich, dass sie seltener als Unkräuter in Kulturen vorkommen, was ja durch die öftere Bodenbearbeitung begründet ist, dagegen treten sie häufiger – und das haben sie mit den einjährigen Arten gemeinsam – auf Ödland und auf Ruderalplätzen sowie an feuchten Orten auf. Häufiger als die einjährigen Arten finden sie sich in der Steppe und in Baumbeständen, hauptsächlich auf Waldlichtungen, in Gebüsch und Gestrüpp, kommen aber auch in offenen Gebirgsformationen vor. Sie steigen im Gebirge höher als die einjährigen Arten. So erreichen *A. paniculata, senensis, Katharinae, Langeana* 2000 m Höhe, bis 2300 m steigen empor *A. anemioides, irazuensis, Forbesii* und bei 3000 m Höhe sind noch festgestellt *A. psilostachya* und *brevicaulis*.

Die Holzgewächse sind zumeist Sträucher, oft von recht ansehnlichen Dimensionen, viel seltener Bäume. Wir besitzen nur etwa von 1/3 der Arten genauere Standortsangaben, doch zeigen diese ein sehr einheitliches Vorkommen. Mit weit überwiegender Mehrheit bewohnen sie Waldgebiete und zwar Wälder jeden Typs: Urwälder,

Mischwälder, Bergwälder, Flussuferwälder, Sekundärwälder, Gebüsche und Gestrüpp. Ganz ähnliche Formationen finden sich natürlich auch an feuchten Stellen, an Wasserfällen, an Flüssen, in Schluchten u.s.w., wo sie des öfteren gesammelt wurden. Dagegen sind sie selten in Steppen, Kulturen und auf Ödländereien. Im Gebirge steigen sie im allgemeinen nicht höher als die Stauden, nur *A. glandulifera* ist in 3500 m Höhe gesammelt worden. Im übrigen sind Höhenangaben bei den Holzgewächsen spärlich. Doch beweisen schon die Areale der einzelnen Arten, dass sie Hochländer und Gebirge bevorzugen.

2. Der Untergrund.

Noch viel dürftiger als über die Pflanzenbestände und die Höhenvorkommen sind die Angaben über den Untergrund. Von einigen Arten ist festgestellt, dass sie auf Kalk vorkommen, so von den mexikanischen *A. Poiretii, neomexicana, phleoides, dissitiflora, longipes, dioica* , der westindischen *A. bisetosa*, der südamerikanischen *A. subsessilis* und der afrikanischen *A. fruticosa*. Ob es sich hier aber um kalkholde oder gar kalkstete Arten handelt, kann nicht gesagt werden, gewiss sind unter den genannten Arten auch bodenvage. Von *A. Poiretii* und *A. fruticosa* trifft das sicher zu.

Einige andere Arten sind an Vulkanen gesammelt worden, so *A. hypogaea, grandis* und *trazuensis*. Von diesen kommen aber die beiden erstgenannten auch an verschiedenen andern Stellen vor.

Schliesslich ist noch von einigen Arten, wie z.B. von *A. Goetzei*, angegeben, dass sie auf grauem Laterit gesammelt wurden, und bei einigen ist Alluvialboden als Untergrund bezeichnet, was aber zweifellos für sehr viele Arten zutreffen würde.

III. ALTER UND ENTWICKELUNG DER GATTUNG.

Die Tatsache, dass die Gattung *Acalypha* ein ausgedehntes Areal bewohnt, das sich über die Tropen und Subtropen der alten und neuen Welt erstreckt, lässt die Frage aufwerfen, wie diese Verbreitung zu erklären ist.

Obwohl biologische Untersuchungen über die Verbreitungsfähigkeiten der einzelnen Arten bisher nicht vorliegen, lässt sich doch sagen, dass an eine rasche Verbreitung der Früchte oder Samen durch Wind oder Wasser über grosse Entfernungen nicht gedacht werden kann. Für anemochore Verbreitung über weite Strecken sind die Samen zu gross und schwer, zumal sie auch keinerlei Flugapparate besitzen, und transmarine Verbreitung ist ausgeschlossen, weil die Früchte und Samen keinerlei Schutz- und Schwimmvorrichtungen aufweisen, die es ermöglichen, dass sie durch Meeresströmungen fortgetragen werden könnten.

Ebenso ist es ausgeschlossen, dass die heutige Verbreitung der Gattung durch den Menschen bewirkt worden wäre. Gewiss haben in jüngerer Zeit einige Arten durch die Kultur eine weitere Verbreitung erfahren, als sie ursprünglich besassen, aber diese wenigen Fälle sind leicht festzustellen. Dem Menschen gewähren nur sehr wenige Arten einen beschränkten Nutzen. Das Holz einiger Species, die kräftig entwickelte Stämme haben, wird zu Bauzwecken verwendet. *A. Manniana* ist eine Faserpflanze, deren "brauchbarar Bast" (DEISTEL) wohl aber nur von den Eingeborenen gebraucht wird. Für die menschliche Ernahrung kommen *Acalypha*-Arten kaum inbetracht. Dass in Kamerun *A. segetalis* und *brachystachya* als Gemüse gegessen werden, fällt hierbei nicht ins Gewicht. Letztere Art soll nach Aussagen von Eingeborenen als Aufguss berauschend wirken; sie wird, wie ZENKER und STAUDT bemerken, vielleicht bei der Herstellung von Palmwein verwendet. Dagegen werden mehrere Arten in der Medizin der Eingeborenen gebraucht. Über die medizinische Verwendung von *A. paniculata, indica, fruticosa, carpinifolia, virginica* und *hispida* gibt DRAGENDORFF (9) Nachrichten und über die Bedeutung von *A. indica* berichtet DYMOCK (11) ausführlicher. In Süd-Amerika wird in verschiedenen Staaten, z.B. in Bahia, der Milchsaft von *A. pruriens* zur Ätzung von Wunden und Beseitigung von Warzen gebraucht. Im Staate Rio de Janeiro dienen die gestossenen frischen fleischigen

Wurzeln von *A. brasiliensis* mit Mais- oder Mandiokkamehl und etwas gebratenem Speck vermischt als Rattengift. *A. Peckoltii* wird in Form von Infusen und Dekokten als Antisyphiliticum gebraucht (28, 241). Aus den Sammlungen ist über medizinische Verwendung noch zu entnehmen, dass *A. insulana* nach WEBER auf den Fidji-Inseln medizinisch gebraucht wird. Es ist aber nicht angegeben, wie und zu welchem Zweck sie angewendet wird. Nach SELER ist das Dekokt der Wurzel von *A. arvensis* "gut für den Magen". Auf Sansibar werden nach STUHLMANN die Blätter von *A. fruticosa* gestampft und der ausgepresste Saft gegen Brustschmerzen gebraucht. Ein andermal gibt derselbe Sammler an, dass dieselbe Pflanze auch als Brechmittel verwendet wird. BACHMANN teilt mit, dass die Kaffern, wenn sie "vom Gehen müde in den Knien werden" zur Stärkung *A. punctata* kauen.

Neben diesen wohl rein lokalen Verwendungsarten, deren es sicher noch mehr gibt, die aber gewiss keinen Anbau der betreffenden Arten zur Folge haben, spielen einige, zuweilen monströse Kulturformen von *Acalypha*, die als Zierpflanzen angebaut werden, eine etwas grössere Rolle. So wird die bis 3 m hohe strauchartige *A. Wilkesiana*, deren Blätter in der Färbung an die der Blutbuche erinnern, aber stark nach rot, gelb und braun variieren, auf den Fidji-Inseln von den Eingeborenen mit andern, ebenfalls durch ihre Blätter wirkenden Pflanzen, wie *Dracaena ferrea, Codiaeum variegatum, Nothopanax fruticosum*, oft als Zierpflanze in der Umgebung der Häuser kultiviert. Sie führt bei den Eingeborenen ihrer kupferroten Erscheinung wegen den Namen "Kalabuci damu", d.i. roter Kalabuci (33). - *A. Wilkesiana* wird auch auf Java, wo sie wild nicht vorkommt, "in Gärten sehr oft angebaut". Auf dieser Insel wird auch *A. Godseffiana Mast.* als Zierpflanze kultiviert. Sie soll angeblich in Neu-Guinea heimisch sein, ist aber wohl gar keine selbständige Art, sondern nur eine Kulturform der *A. Wilkesiana*, die auf Java ebenfalls "überall in Gärten als Zierpflanze angebaut" wird, aber auf der Insel auch nicht wild vorkommt. Sie wird auch sonst, wie WARBURG, SCHUMANN und LAUTERBACH berichten, in Malesien häufig kultiviert und ist auch in europäische Gewächshäuser eingeführt und in dekorativen Rassen in Europa neu gezüchtet worden. Ausser diesen werden in Java noch zwei Formen häufiger kultiviert, *A. marginata Hort.* und *A. Hamiltoniana Hort. et Bruant* die wohl aber beide auch nur als Kulturformen der *A. Wilkesiana* anzusprechen sind. In Papuasien und Malesien verbreitet, als bunte Blattpflanze geschätzt und infolge dessen angebaut wird auch *A. grandis*.

So hat eine kleine Anzahl vor Arten durch den Menschen eine weitere Verbreitung dadurch erlangt, dass er einzelne Arten in seine Kultur nahm, aber von einer Einbürgerung in den genannten Gebieten kann bei diesen Arten nicht gesprochen werden, da sie ausserhalb der Kultur nicht auftreten.

Aber auch unfreiwillig hat der Mensch zur Verbreitung einzelner Arten beigetragen, indem er mit Kulturpflanzen Unkräuter aus der Gattung *Acalypha* angesiedelt hat. So ist jetzt *A. Poiretii* auf Mauritius eingebürgert und dort sehr verbreitet, auch in Cochinchina soll sie nach einer älteren, aus dem Ende des 18. Jahrhunderts stammenden Angabe vorkommen. *A. indica* findet sich jetzt ausserhalb ihres ursprünglichen Areals auch auf der hawaischen Insel Honolulu, ohne dort, wie es scheint, eine intensivere Verbreitung erlangt zu haben. Dagegen hat ihre Einschleppung nach dem warmen und tropischen Amerika zu einer dauernden Besiedelung geführt. MÜLLER kannte sie 1866 aus Amerika noch nicht. Jetzt ist sie in Mexiko von PALMER und W. SCHUMANN an mehreren Standorten, in Arizona von BLUMER und auf Martinique von DEBEAUX gesammelt worden. - *A. fallax* wird von FORBES und HEMSLEY (15) auch aus China, wo sie von MILLET auf Kwantung gesammelt wurde, angegeben. Nach derselben Quelle soll sie auch im malayischen Gebiete und auf pazifischen Inseln vorkommen, was jedoch nirgends belegt ist. Auch das Vorkommen auf Kwangtung dürfte wohl auf Verschleppung beruhen. - Ebenso könnte auch *A. brachystachya*, die aus China angegeben wird, dort eingeschleppt sein. - *A. pilosa*, deren Areal von Mexiko bis Panama reicht, soll nach CAVANILLES auch auf den Philipinen vorkommen, aber schon MÜLLER hat von hier kein Exemplar gesehen, und es handelt sich auch hier, wenn sich die alte Angabe nicht als irrig erweist, zweifellos um eine Einschleppung. - Wenn sich endlich *A. integrifolia* auf Timor finden sollte, wie MÜLLER zweifelnd zitiert, so handelt es sich wohl auch hier nicht um ein pri-

märes Vorkommen.

Damit dürften ziemlich alle Fälle, die sich aus der Literatur und Herbarmaterial belegen lassen, in denen menschlicher Einfluss die Verbreitungsgrenze bestimmter Arten erweiterte, Erwähnung gefunden haben.

Ist somit die heutige Verbreitung der Gattung weder durch besondere Verbreitungsmittel der Pflanzen noch durch den Einfluss des Menschen zu erklären, so bleibt nur die Möglichkeit, dass sie durch geologische Ursachen bedingt ist. Versucht man eine solche Erklärung, so ist dabei Voraussetzung, dass man sich auf den Standpunkt des monophyletischen Ursprungs der Gattung stellt. Die Arten von *Acalypha* sind auch so einheitlich gestaltet, dass an eine mehrfache Entstehung gar nicht gedacht werden kann. Selbst die am besten unterschiedene Sektion *Linostachys* steht den echten Acalyphen noch ziemlich nahe.

Es ist nicht zu entscheiden, wo die Gattung ihren Ursprung genommen hat. Obwohl Mexiko heute den grössten Artenreichtum aufweist, ist es doch als Entstehungsgebiet nicht anzusehen. Dieses lag jedenfalls auf der Südatlantis, jenem mesozoischen und früh-tertiären Kontinent, der durch die Kerne des heutigen Afrika und Südamerika und eine sie verbindende Landbrücke gebildet wurde. Eine genauere Lokalisierung ist nicht möglich, aber auch nicht nötig. Es sei nur festgestellt, dass afrikanische Arten auch noch auf Madagaskar, in Asien und sogar auf asiatischen Inseln vorkommen und die Häufigkeit der Arten nach Osten hin bedeutend abnimmt, während keine amerikanische Art weder in Afrika, noch auf Inseln des Grossen Ozeans sich findet.

Da die Verbreitung vom Entstehungszentrum aus nur auf dem Landwege vor sich gegangen sein kann, so muss sie zu einer Zeit erfolgt sein, als noch direkte Landverbindungen zwischen Afrika, Madagaskar, Asien, den Sundainseln und den Inseln des Grossen Ozeans einerseits und zwischen Afrika und Amerika andererseits vorhanden waren. Solche Verbindungen haben nach den Darstellungen von ARLDT (2, 3), der gewissenhaft alle geologischen und biogeographischen Forschungen als Grundlage für seine textlich und kartographisch sehr sorgfältigen und gut begründeten Darstellungen benützt hat, in der mittleren und jüngeren Kreide, im Cenoman und Senon, sowie im ältesten Tertiär, im Untereozän, bestanden, während sie sich von da an immer mehr gelöst haben. Zum mindesten war im Obereozän die Trennung von Asien und Australien, aber auch zwischen Afrika und Südamerika bereits vollzogen. Es soll hier nicht die gesamte geologische Entwickelung des inbetracht kommenden Gebietes dargestellt werden, sondern es sei nur angegeben, wann die Abgliederung der einzelnen hier infrage kommenden Inseln und Inselgruppen, ohne Einzelheiten zu berücksichtigen, sich vollzogen hat. Es haben sich demnach isoliert:

	Von Afrika	Von Asien	Von Australien
Im Eozän	Seychellen Amiranten		Neue Hebriden Fidji-Inseln
Im Oligozän			Neu-Kaledonien
Im Miozän	Komoren Madagaskar		Samoa-Inseln Bismarck-Archipel
Im Pliozän		Celebes Kl. Sunda-Ins. Philippinen	
Im Diluvium		Java Formosa Borneo Sumatra	
Im Quartär		Japan Ceylon	

Über die Abgliederung der Molukken herrscht noch keine Klarheit, die ist aber sicher auch bereits im Tertiär erfolgt.

Die Samoa-Inseln werdem meist als ozeanisch abgesehen. Doch fehlt es auch nicht an Stimmen, die aus biogeographischen Rücksichten eine alte Landverbindung anzunehmen geneigt sind.

Die vorwiegend korallogenen Inseln Mikronesiens haben in jüngerer geologischer Zeit wohl keinen Zusammenhang mit einem Kontinent besessen. Doch sind darüber die Ansichten auch noch wenig geklärt.

Auf Tahiti finden sich nach GAUPP Reste einer älteren Flora, die auf Amerika hinweisen. Auch bei den Hawai-Inseln spricht der relativ grosse Reichtum der Flora und Fauna gegen einen rein ozeanischen Charakter dieser Inseln, daneben sind ebenso bedeutsam aber auch die unzweifelhaft vorhandenen Beziehungen zu Amerika (3, 652).

Ebenso unsicher, aber viel mehr umstritten, ist die Entstehungsart und -Zeit der Galapagos-Inseln. Während im Anschluss an DARWIN und WALLACE eine Anzahl von Biogeographen für ihre ozeanische Natur und ihre Besiedelung auf transmarinem Wege eingetreten sind, neigt die Mehrzahl der Biogeographen der jüngeren Richtung, denen ich mich anschlissen möchte, dazu: "eine frühere weitere Ausdehung des Landes und teilweise Einwanderung von Flora und Fauna auf dem Landwege" anzunehmen (3, 686). "Aus allem ergibt sich, dass die Galapagos-Inseln jedenfalls früher ein Teil einer Landbrücke waren, die von Mexiko nach Ecuador oder nach Chile führte, wie dies SCHARFF annimmt, und die auch in Verbindung mit dem ozeanischen Kontinente stand, vielleicht über Hawai" (3, 661). ARLDT nimmt an, dass ihre Isolierung im Anfang des Eocäns erfolgt ist.

Wann die Landverbindung zwischen Nord- und Südamerika eingetreten ist, wird ganz verschieden beurteilt. Während nur wenige Forscher sie bereits am Beginn des Tertiärs annehmen (3, 408), stimmen alle Ansichten darin überein, dass sie spätestens im Pliozän vollzogen war (3, 421).

Die westindischen Inseln waren wahrscheinlich zur Kreidezeit völlig untergetaucht, im Eozän und Oligozän ragten nur die höher gelegenen Teile über das Meer, während das Miocän für dieses Gebiet sicher eine Landperiode war, in der die einzelnen Inseln unter sich und mit den benachbarten Festlandsgebieten in Verbindung standen. Die Verbreitung der Säugetiere weist entschieden darauf hin, dass das Gebiet mit Guyana und Yucatan zusammenhing. Im Pliozän muss es bereits von Südamerika abgetrennt gewesen sein. Der weitere Zerfall datiert wohl aber erst aus dem Beginn des Quartärs, "wobei die Bahamas auf kurze Zeit mit Süd-Florida in Verbindung traten. Mit Mittelamerika kann seit dem Pliozän keine Verbindung mehr bestanden haben, eine solche war nur im Miocän möglich, als die Strasse von Tehuantepec noch offen war" (3, 602).

Von den Inseln des Atlantischen Ozeans kommen für unsere Unters-uchung noch in Betracht Fernando do Noronha und St. Helena. Erstere wird von ARLDT als Festlandsrest gedeutet, dessen Abtrennung ziemlich früh, kaum nach dem Eozän oder wenigstens Oligizän erfolgt ist (3, 673). - St. Helena wird von manchen Paläographen als ozeanische Insel, von andern als Festlandsrest angesehen. Die Isolierung ist aber jedenfalls schon vor dem Tertiär erfolgt (3, 674).

Von den ARLDTschen Anschauungen weicht die WEGENERsche Auffassung (40) insofern ab, als er nicht viele Länderbrücken annimmt, sondern die Entstehung der Kontinente in der Weise zu erklären versucht, dass er sie als Schollen betrachtet, die zerbrochen und dann voneinader abgerückt sind. Das würde für unsere Betrachtung die Konsequenz haben, dass es nicht nötig wäre, so weite Wanderungswege für einzelne Arten anzunehmen. Im übrigen aber würden die Schlüsse über die Verbreitung und das Alter der Arten dadurch nicht wesentlich beeinflusst werden.

Dieser skizzenhafte Überblick über die jüngere geologische Geschichte des Areals ermöglicht es, einige Schlüsse auf das Alter und die vermutliche Ausbreitung der Arten zu ziehen.

Die Tatsache, dass schon eine grössere Anzahl von Inseln, die heute zum Areal der Gattung gehören, und auf denen zum Teil ein typischer Endemismus anzutreffen ist, bereits seit dem frühesten Tertiär isoliert ist, zu dieser Zeit aber

schon von *Acalypha*-Arten besiedelt gewesen sein muss, da transmarine Einwanderung wohl sogut wie gar nicht infrage kommt, zwingt zu dem Schlusse, dass die Gattung *Acalypha* schon im frühesten Tertiär den grössten Teil ihres heutigen Areals bewohnt haben muss. Das hat aber, wenn man monophyletischen Ursprung annimmt, zur Voraussetzung, dass zu dieser Zeit einzelne Arten bereits von ihrem Entstehungszentrum aus recht beträchtliche Wanderungen zurückgelgt haben müssen, wobei es für diese Feststellungen ganz gleich ist, wo das Entstehungszentrum gelegen hat, da ja die Gattung in einem breiten Gürtel zu beiden Seiten des Äquators über die ganze Erde verbreitet ist. Da aber, wie bereits festgestellt, an den Pflanzen keine Einrichtungen wahrzunehmen sind, die eine besonders rasche Wanderung wahrscheinlich machen, so muss man für die Ausbreitung über das Areal recht beträchtliche Zeiträume in Ansatz bringen, und die Behauptung dürfte nicht zu kühn sein, dass die Gattung *Acalypha* bereits in vortertiärer Zeit bestanden hat. Wir haben es also zweifellos mit einer alten Gattung zutun.

Leider ist es nicht möglich, diese Schlussfolgerungen durch paläontologische Befunde zu erhärten. Bisher ist nur einmal ein Blatt-Abdruck, der höchst wahrscheinlich zu *Acalypha* zu stellen ist, und von COCKERELL als *A. myricina* beschrieben worden ist, (37, 117) bekannt geworden. Er stammt aus dem Miocän von Florissant in Colorado.

Andererseits sind aber tertiäre Relikte gar nicht so selten, wie man früher vielleicht angenommen hat. Schon ENGLER hat in seiner "Entwickelungsgechichte der Pflanzenwelt" (12) darauf hingewiesen. In Europa ist besonders der Balkan reich an Tertiärrelikten, wie z.B. *Forsythia europaea, Rheum Rhponticum, Ramondia serbica, Haberlea rhodopensis, Pinus Peuce* und *Sibirea croatica*. F. PAX könnte auch noch in Mitteleuropa solche Tertiärrelikte in grösserer Zahl nachweisen, so in der Flora von Rumänien *Juglans inquirenda = J. regia, Carpinus Neilreichii*, die in *C. duinensis* weiterlebt, *Celtis trachytica = australis. Acer decipiens* hat sich zu *A. monspessulanum* entwickelt, *Vitis tokajensis* ist *V. vinifera* nächst verwandt, *Tilia longibracteata* und *T. vindobonensis = T. platyphyllos* und *Fraxinus inaequalis*, nahe verwandt *F. excelsior*.(26, 273). Aber auch für Polen hat derselbe Autor Tertiärrelikte festgestellt, so *Avena desertorum, Schiewereckia podolica, Centaurea Marschalliana, Rhododendron flavum, Evonymus nana* (25, 17 ff).

Was für Europa zutrifft, kann mit demselben Rechte auch für tropische Gebiete Geltung haben. So führt z.B. PAX auch den Reichtum der chinesischen Gebirge an Primeln auf den Umstand zurück, dass sich hier zahlreiche tertiäre Formen fast unverändert erhalten haben.

Zweifellos leben auch in einer Anzahl heutiger *Acalypha*-Arten tertiäre Formen entweder unverändert oder doch in gerader Linie aus den alten Arten entwickelt fort.

Ob die Stammart der Gattung heute noch erhalten ist, wird sich wohl schwerlich feststellen lassen, aber es gibt zweifellos eine Anzahl von Arten, die sehr alt sein müssen. Zu diesen gehören alle diejenigen, die heute disjunkte Areale bewohnen, die schon frühzeitig getrennt worden sind, so z.B. *A. ciliata, A. indica, A. brachystachya*, die sämtlich Afrika und Vorderasien, zum Teil auch Ostasien u. die von Asien abgegliderten Inseln bewohnen. *A. indica* kommt auch im madagassischen Gebiete vor. Ob das Vorkommen von *A. ciliata* auf den Kap Verdischen Inseln wirklich als ursprünglich anzusehen ist, wird wohl zweifelhaft bleiben. - In allen hier genannten Fällen handelt es sich um einjährige Arten und es ist wohl wahrscheinlich, dass die meisten einjährigen Arten, zum mindesten aber die, welche ein grosses Areal bewohnen, alte Arten sind. Solche einjährige Arten, die demnach ebenfalls als alte Formen angesprochen werden müssen, weil sie über weite, seit dem Tertiär getrennte Gebiete verbreitet sind, weisen auch die westindischen Inseln auf. Ihre Areale erreichen von hier aus sowohl Mexiko als auch Südamerika. Solche Arten sind *A. persimilis, setosa, alopecuroides*. Schliesslich muss auch *A. boehmerioides*, die auf den Inseln des Grossen Ozeans weit verbreitet ist, hierher gestellt werden.

Dass es aber auch schon recht alte Formen mit staudigem und holzigem Wuchs gibt, beweisen Beispiele wie *A. paniculata* und *fruticosa*, die auch über grosse

Teile von Afrika, Südarabien, Südindien und verschiedene Inseln verbreitet sind, *A. pubiflora*, die einzige Art, die in Afrika und Madagaskar vorkommt, und *A. arborea*, die im ganzen madagassischen Gebiete verbreitet ist. Diesen gesellen sich noch Arten hinzu, die auf den Inseln des Grossen Ozeans ein ausgedehnteres Areal bewohnen, wie *A. stipulacea, grandis* und *insulana*. Auch die mittelamerikanische *A. laxiflora* gehört hierher.

Als alte Formen, wohl als Tertiärrelikte, haben auch alle die Arten zu gelten, die endemisch auf Inseln vorkommen, die seit dem Tertiär isoliert sind, zum mindesten alle, die als einzige Art auf einer Insel sich finden. So sind z.B. die auf Fernando do Noronha vorkommende *A. noronhae*, die auf der Sundainsel Sumbava festgestellte *A. Zollingeri*, die auf den Neuen Hebriden sich findende *A. Forsteriana*, die auf Tahiti gesammelte *A. Lepinei* und die auf Komia vorkommende *A. Jardini* alte Arten. Zweifellos gehören auch die meisten, wenn nicht gar sämtliche, auf den Galapagos-Inseln festgestellten Arten zu den Tertiärrelikten.

Natürlich gibt es auch unter den Arten, die nur auf Kontinenten vorkommen, eine grosse Anzahl alter Formen, nur ist es hier schwieriger, sie zu bestimmen. Es werden hauptsächlich solche sein, die grosse Areale bewohnen, wie z.B. *A. crenata* in Afrika, *A. Poiretii* in Amerika, *A. australis* in Asien. Zweifellos gehören auch die australischen Endemismen dazu.

Diese Ausführungen zeigen, dass wir es in der Gattung *Acalypha* zum grossen Teile mit phylogenetische alten Sippen zutun haben, und es tritt nun die Frage auf, ob innerhalb des Genus auch eine Neubildung von Arten stattgefunden hat. Diese Frage ist zu bejahen, wenn man den ausserordentlich grossen Endemismus auf den Festländern berücksichtigt.

Gegen die Auffassung, dass es sich auch hier um alte Relikte handeln könnte, spricht der Umstand, dass diese Arten oft auffallend grosse Verwandtschaft mit solchen aufweisen, die ein grosses Areal bewohnen. So stehen z.B. mit der ausserordentlich polymorphen *A. communis*, die vielleicht aufzuspalten sein wird, in naher Verwandtschaft *A. brevipes, Hassleriana, hibiscifolia* und *goyazensis*. Es ist also sehr wahrscheinlich, dass diese Arten sich in erdgeschichtlich neuerer Zeit aus der alten *A. communis* entwickelt haben. Wir hätten es also hier mit progressivem Endemismus zutun. Und es unterliegt keinem Zweifel, dass besoners die Gebiete, die grossen Artenreichtum und dabei reichen Endemismus aufweisen, wie z.B. Mexiko, die südamerikanischen Anden, das brasilianische Hochland und die afrikanischen Hochländer reich an solchen progressiven Endemismen sind. Eine Anzahl südamerikanischer Arten, wie *A. entumenica, angustata, caperonioides, Wilmsii, glandulifolia, peduncularis, depressinervia* und *punctata* sind untereinander so nahe verwandt, dass sie mit positiver Sicherheit auf einen gemeinsamen Ursprung zurückgeführt werden müssen. Das geht auch daraus hervor, dass selbst ein so guter Kenner wie MÜLLER mehrere dieser Arten unter dem Namen *A. peduncularis* vereinigte. Erst HUTCHINSON hat 1913 die Artberechtigung der MÜLLERschen Varietäten erwiesen.

Für Mexiko ist anzunehmen, dass die Besiedelung erst im späteren Tertiär von Südamerika aus über die westindische Landbrücke erfolgt ist, da die Verbreitung westindischer Typen heute noch nach beiden Richtungen weist. Der ungewöhnlich reiche Endemismus kann demnach erst jüngeren Datums sein. Zwar müssen schon verschiedene Urtypen auf dem genannten Wege in das mexikanische Hochland gelangt sein, wie das Auftreten verschiedener Sektionen erweist, aber der auffallend grosse Reichtum an einander sehr nahestehenden Arten aus bestimmten Verwandtschaftskreisen z.B. der *Acrostachyae*, aber auch aus anderen Gruppen, lässt auch für Mexiko reichen progressiven Endemismus als eine unabweisbare Forderung erscheinen.

Die an sich auffällige Artenarmut Zentralamerikas findet ihre Erklärung in dem relativ jungen Alter der Festlandsmasse. Vom Standpunkt unserer Untersuchung aus beurteilt, müsste die Entstehung Zentralamerikas in eine relativ späte Zeit fallen.

Natürlich kann progressiver Endemismus auch auf Inseln vorkommen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass sich dort aus einer alten Stammart Arten neu gebildet haben. Das dürfte aber nur für solche Inseln zutreffen, die reich an Endemismen sind. Dieser Fall ist z.B. für Madagaskar durchaus wahrscheinlich. Hier sind aus den Gruppen der *Pantogynae-Acrogynae* und *Acrostachyae* überhaupt keine Arten anzutref-

fen, dagegen gehören von den 8 Spezies der *Pleurostachyae-Hypandrae* 3 Madagaskar an, die jedenfalls auch nicht sämtlich alte Arten sind. Aus der Gruppe der *Oligogynae* sind die auch über Madagaskar hinaus vorkommenden Arten *A. integrifolia* und *arborea* sicher alte Arten, aber die 13 endemischen sind, wenn nicht sämtlich, dann sicher zumeist aus diesen beiden entstandene progressive Endemismen.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse auf den Antillen, wo die weit verbreiteten Arten als ältere, die Endemismen sicher zumeist als jüngere Formen aufzufassen sind.

Auf den Philippinen sind zum mindesten die der weit verbreiteten *A. stipulacea* nahe stehenden Arten *A. grandibracteata, cardiophylla* und *subcinerea* auch jüngere Formen. Diese Auffasuung wird durch die Tatsache noch wesentlich gestützt, dass, bis auf eine Ausnahme, alle endemischen Arten der Gruppe *Pantogynae-Pleurogynae* angehören.

Auf den Fiji-Inseln, die ebenfalls einen starken Endemismus aufweisen, gehören sämtliche endemischen Arten ebenfalls der Gruppe *Pantogynae-Pleurogynae* an, und zwar steht *A. consimilis* der weiter verbreiteten *A. stipulacea* nahe; *A. rivularis* und *A. latifolia* gehören in die Nähe von *A. Milkesiana* und *A. stipularis, anisodonta, denudata* und *repanda* sind *A. insulana* verwandt.

So zeigen also sowohl zahlreiche Inseln als auch die Festländer, dass die Gattung *Acalypha* eine noch in starker Entwickelung begriffene ist.

Das Vorstehende zeigt, dass bereits mit ziemlicher Sicherheit eine Unterscheidung in phylogenetisch ältere und jüngere Sippen durchgeführt werden kann. Diese Feststellung lässt sich aber gegenwärtig nicht für alle Arten treffen. Die WETTSTEINsche "geographisch-morphologische Methode der Pflanzensystematik" (41), wonach die Areale nahe verwandter Arten einander ausschliessen, kann innerhalb der Gattung *Acalypha* nicht angewandt und nachgeprüft werden. Der grosse Formenreichtum des Genus bereitet erhebliche Schwierigkeiten und die Abgrenzung der einzelnen Areale lässt sich naturgemäss für tropische Sippen nicht mit der gleichen Sicherheit durchführen, wie etwa bei den Arten des floristisch gut bekannten Mitteleuropa. Aber trotzdem ist bestimmt zu erwarten, dass nach Abschluss der systematischen Untersuchung und Feststellung der Verwandtschaftskreise man bei einer sehr viel grösseren Anzahl von Arten, als es im vorstehenden geschehen konnte, wird feststellen können, ob es sich um alte Arten, zu denen auch die konservativ-endemischen gehören, oder um progressivendemische, also jüngere Spezies handelt.

IV. BEZIEHUNGEN ZWISCHEN GEOGRAPHISCHER VERBREITUNG UND SYSTEMATIK.

Aufgabe der modernen Systematik ist es nicht nur, Übersicht in die grosse Mannigfaltigkeit der Formen zu bringen, sondern ihr letztes Ziel ist es, die Entwickelungsgeschichte der Sippen durch ihre systematische Stellung auszudrücken. Dieses Ziel dürfte für die grossen systematischen Einheiten heute schon bis zu einem gewissen Grade verwirklicht sein. Aber bei den kleinen Einheiten ist man von der Erreichung dieses Ziels noch sehr weit entfernt und man kann es wohl bezweifeln, ob es, besonders bei sehr artenreichen Gattungen, jemals gelingen wird, es völlig zu erreichen. Aber wenn es auch nicht möglich werden sollte, die phylogenetischen Beziehungen jeder Art sicher zu bestimmen, so ist doch zu erstreben, wenigstens gewisse Verwandtschaftskreise zu umgrenzen. Je nach dem Grade, in dem die verwandtschaftlichen Beziehungen aus der systematischen Gliederung ersichtlich sind, wird sich der Wert des Systems beurteilen.

Die diagnostischen Merkmale, mit denen die Systematik zu arbeiten hat, werden für die einzelnen Sippen verschieden sein. Zu den wichtigsten spezifischen Artmerkmalen gehört die Morphologie der Geschlechtsorgane. Da im Bau der Einzelblüte die zahlreichen *Acalypha*-Arten aber eine geringe Differenzierung zeigen, nur die weiblichen Brakteen vielgestaltig sind, so reicht dieses Kriterium allein nicht aus, und MÜLLER hat sein System in den Hauptzügen auf den Bau der Blütenstände begründet. Und dieses diagnostische Merkmal hat sich in den allermeisten Fällen bewährt. Doch kommen zuweilen auch Ausnahmen vor, die die Bestimmung manches Exemplars fast unmöglich machen, So sind z.B. von PAX und HOFFMANN bei der allerdings sehr poly-

morphen *A. communis* folgende Abweicungen beobachtet worden: 1. Die entständige Ähre erzeugt in der Achsel der weibl. Brakteen männl. Ähren, nicht weibl. Blüten; 2. die terminale Ähre ist verzweigt, und die Zweige bringen männl. Blüten zur Entwickelung, während sich an der Spitze eine einzige weibl. Blüte bildet; 3. die terminale Ähre ist androgyn, unten weiblich, oben männlich. Diese monströse Form tritt verhältnismässig oft auf und wurde deshalb früher von N. E. BROWN, dem es noch nicht bekannt war, dass Abweichungen vom normalen Bau wiederholt vorkommen, damals als besondere Art, als *A. apicalis* beschrieben. - Auch bei *A. mexicana* sind Abweichungen, nämlich terminale weibliche Ähren, beobachtet worden. Aber es handelt sich in diesen Fällen wohl kaum um konstant wiederkehrende Merkmale. Sie sind vielmehr, was schon hervorgehoben werden konnte, die Entwickelungsfreudigkeit innerhalb der Gattung.

In der Regel zeigen systematische Gruppen auch in ihrer Verbreitung eine gewisse Einheitlichkeit. Dass nicht alle Arten einer Abteilung nur einem Erdteile angehören, hat seinen Grund darin, dass bereits im Tertiär verschiedene Gruppen nebeneinander bestanden haben und geneinschaftlich in gleiche Wohngebiete eingewandert sind, sodass also das Nebeneinandervorkommen von Arten, die verschiedenen Sektionen angehören, durchaus nicht ausgeschlossen ist. Aber in den Grundzügen zeigen die meisten natürlichen Gruppen auch bis zu einem gewissen Grade eine geschlossene Verbreitung. Die Sektion *Linostachys* hat ihre Haupt-Entwickelung im zentral- und südamerikanischen Florenreiche, und zwar finden sich zwei Arten im mittelamerikanischen Xerophytengebiete, während 11 im tropischen Amerika und im andinen Gebiet vertreten sind. *A. paniculata* nur gehört der alten Welt an und reicht von Afrika ostwärts bis in das malaiische Gebiet.

Die Subserie *Pleurostachyae-Hypandrae* ist eine gute, natürliche Gruppe, die nur in Ost- und Südafrika und auf Madagaskar vorkommt.

Die *Pantogynae-Pleurogynae* sind hauptsächlich in zwei getrennten Gebieten vertreten , im Monsungebiet und im zentral- und südamerikanischen Florenreiche. Ausserdem beherbergen Madagaskar 7 Arten, die Komoren eine: *A. comornesis* und Afrika ausser der bis Indien reichenden *A. fruticosa* noch 3 Arten: *A. fuscescens, Helenae* und *dumetorum*.

Die *Pantogynae-Acrogynae* bewohnen wiederum zwei Haupt-Entwickelungsgebiete: Afrika und das zentral- und südamerikanische Florenreich. Im aussertropischen Nordamerika ist *A. caroliniana* verbreitet. Das Vorkommen von *A. alnifolia* in Indien steht isoliert.

Die *Oligogynae* zeigen die am wenigsten geschlossene Verbreitung: sie sind in Afrika und stark im Madagassischen Gebiete vertreten; sie bewohnen von Amerika hauptsächlich das tropische Gebiet, während sie im mittelamerikanischen Xerophytengebiet und in den Anden selten sind; sie finden sich vereinzelt in Vorderindien und im Monsungebiet. Zwei Arten, *A. Mairei* und *australis* kommen im extratropischen Asien zur Entwickelung.

Die *Polygynae-Pleurogynae* reichen mit ihren wenigen, aber meist weit verbreiteten Arten von Afrika bis Ostasien. Im afrikanischen Kaplande fehlen sie. *A. virginica* kommt im extratropischen Nordamerika, *A. mexicana* in Mexico zur Ausbildung.

Die *Polygynae-acrogynae* sind hauptsächlich im zentral- und südamerikanischen Florenreiche entwickelt. Zu ihnen gehören auch sämtliche auf den Galapagos-Inseln vorkommenden Arten. Auf Madagaskar kommen zwei Arten, *A. Spachiana* und *squarrosa*, in Afrika 3 Arten, *A. angustifolia, segetalis* und *shirensis* zur Ausbildung.

Die Serie der *Acrostachyae* kommt nur im mittelamerikanischen Xerophytengebiet und im tropischen Amerika vor. Sie fehlt schon im andinen Gebiet.

Dieser Überblick über die Verbreitung der einzelnen systematischen Gruppen zeigt, dass wir es doch wohl mit natürlichen Verwandtschaftskreisen zutun haben, wenn auch bis auf die *Acrostachyae* keine Gruppe ein völlig geschlossenes Gebiet bewohnt.

Wenn nun noch, was als letztes Ziel zu erstreben ist, auch das Alter der Arten in der systematischen Reihenfolge zum Ausdruck gebracht werden sollte, so würde das MÜLLERsche System dieser Anforderung nicht ohne weiteres entsprechen. Das liesse sich auch nur dadurch erreichen, dass man entweder einen Stammbaum konstru-

ierte, oder aber Arten 1., 2., 3. etc. Grades feststellte, eine Aufgabe, die zwar recht erstrebenswert wäre, aber gegenwärtig noch nicht zulösen ist. Selbst der bescheidenste Versuch in dieser Hinsicht könnte erst gewagt werden, nachdem die Gattung systematisch vollständig durchgearbeitet ist. Nur soviel lässt sich aufgrund der Verbreitung haute schon mit einiger Sicherheit sagen, dass die Gruppen, die eine weite Verbreitung über geologisch schon früh getrennte Gebeite zeigen, zu den älterén gerechnet werden müssen, dass dagegen diejenigen, die ein geschlossenes Areal bewohnen, jüngere Gruppen sein können. Unterstützend kommt hinzu, dass die weit verbreiteten Gruppen artenreich, die weniger verbreiteten artenärmer sind. Von diesen Gesichtspunkten aus betrachtet, dürften die *Oligogynae* die ältesten Typen sein. Sie sind artenreich und fast über das gesamte Gattungsareal verbreitet. Die jüngsten Formen dürften die *Acrostachyae* darstellen, die mit nur 19 Arten auf das süd- und zentralamerikanische Florenreich beschränkt sind. Auch die *Pleurostachyae-Hypandrae* sind eine artenarme und beschränkt verbreitete, also jedenfalls eine jüngere Gruppe. Da sie aber sowohl in Afrika, als auch in Madagaskar vorkommen, müssen ihre ältesten Typen auch bereits vor der Trennung der beiden Gebiete, also spätestens im Miozän, entstanden sein, wenn man nicht annehmen will, was allerdings an sich nicht ohne weiteres ausgeschlossen ist, dass sich verschiedene Arten aus nahe verwandten Stammarten in ähnlicher Richtung entwickelt haben, sodass sie heute einander morphologisch recht nahe stehen.

So betrachtet, würde man auch nach dem MÜLLERschen System die *Oligogynae* und die in diesem System vor und hinter ihnen stehenden und in je zwei Untergruppen, *Pleurogynae* und *Acrogynae*, gespaltenen *Pantogynae* und *Polygynae* als die ältesten und die an den äusseren Enden des Systems stehenden *Pleurostachyae-Hypandrae* und *Acrostachyae* als die jüngeren Gruppen anzusehen haben. Es wäre dies eine weitere Stütze für die von MÜLLER sicher nicht aus pflanzengeographischen, sondern aus rein morphologischen Gesichtspunkten gewonnene systematische Gliederung.

Nur die Sektion *Linostachys* bereitet dann der Eingliederung Schwierigkeiten. Da die *Pleurostachyae-Hypandrae* morphologisch Übergangsformen von den echten Acalyphen zur Sektion *Linostachys* bilden, da sie aber, wie eben dargelegt, wahrscheinlich einen jüngeren Zewig am Stammbaume der Gattung *Acalypha* darstellen, so müsste die morphologisch noch mehr extrem stehende Sektion *Linostachys* noch jüngeren Ursprungs sein. Das ist aber sicher nicht der Fall, da sowohl die altweltliche *A. paniculata* ihrer weiten Verbreitung wegen, als auch die übrigen Arten ihrer Entwickelung in Amerika wegen nicht erst im jüngsten Tertiär oder noch später aus den *Pleurostachyae-Hypandrae* entstanden sein können. Es ist deshalb wohl fraglich, ob *Linostachys* überhaupt demselben Stamm zuzurechnen ist, zumal die Arten auch gewisse abweichende morphologische Merkmale zeigen, die für die Systematik von Wert sind. Die ährigen, traubigen oder rispigen Blütenstände, die freien, nicht blattartig auswachsenden Brakteen, der fünfzählige Kelch und die gestielten Blüten sprechen ebenfalls eher für als gegen eine Trennung der Sektion *Linostachys* vom Typus der *Acalypha*. In der Tat hat ja auch bereits KLOTZSCH die von MÜLLER als Sektion zu *Acalypha* gestellte *Linostachys* als selbständiges Genus behandelt.

LITERATUR-VERWEISE.

Ausser der bei den einzelnen Arten Seite 278 - 285 angegebenen sehr umfangreichen Literatur wurden noch folgende Schriften benützt:
(1) Actes du IIIme Congrès international de Botanique II. (Bruxelles 1910). -(2) ARLDT, Entwickelung d. Kontinente u. ihrer Lebewelt. Leipzig 1910. - (3) ARLDT, Handb. d. Paläographie I., Leipzig 1919. - (4) BLANCO, Flora de Filipinas III, Manila 1879. - (5) BOERLAGE, Handleit. tot de Kennis Fl. Nederl. Ind. III.1. Leiden 1900. - (6) DRAKE del CASTILLO, Flore d. l.Polynésie Franç. Paris 1893. - (7) CHARMAN, Flora of the Southern United States, 3. ed. - (8) DIELS, Pflenzengeographie. - (9) DRAGENDORFF, Die Heilpflanzen der verschiedenen Völker und Zeiten, Stuttgart 1898. - (10) DRUDE, Die Methode der speziellen pflanzengeogr. Kartographie, Wissenschaftl. Ergebn d. internat. bot. Congr. Wien 1905. - (11) DYMOCK, The vegetable materia medica of Western India, Bombay & London 1885. - (12) ENG-

LER, Versuch einer Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt, Leipzig 1879-82. - (13) ENGLER, Syllabus der Pflanzenfamilien, 8. ed. 1919. - (14) ENGLER, Pflanzengeographie, in Kultur d. Gegenw. III.4., IV., 1914. - (15) FORBES et HEMSLEY, Enumeration of all the plants known from China proper etc., in Journ. Linn. Soc, Bot. XXVI (1894). - (16) Gartenflora, herausgegeben von WITTMACK, XLVII (1898). - (17) GRAY, Manual of the Botany of the Northern United States, 6. ed. (1898). - (18) GUPPY, The island and the continent, in Journ. of ecology VII, London 1919. - (19) HANN, Handbuch der Klimatologie, 2. ed. Stuttgart 1897. - (20) HOOKER, Flora of British India V (1890). - (21) MEYERs Physikalischer Handatlas. Leipzig 1916. - (22) MÜLLER, F. v., Second systematic census of Australian Plants I (1899). - (23) NITSCHKE, Acalypha, in ENGLER, Pflanzenw. Afrikas II.2. (1821) p. 93 - 99. - (24) PAX, Euphorbiaceae, in ENGLER-PRANTL, Natürl. Pflanzenfam. III.5. (1896). - (25) PAX, Pflanzengeographe von Polen, Berlin 1918. - (26) PAX, Pflanzengeographie von Rumänien, Nova Acta CV (1919). - (27) PAX und HOFFMANN, Euphorbiaceae-Acalypheae-Acalyphinae in ENGLER, Pflanzenreich, Manuskript. - (28) PECKOLT, Heil- u. Nutzpflanzen Brasiliens in Ber. Deutsch. Pharmac. Gesellsch. XV (1905). - (29) RICKLI, RÜBEL und SCHRÖTER, Geographie der Pflanzen, in Handwörterb. d, Naturw. IV, 1914. - (30) RECHINGER, Botanische und Zoologische Ergebnisse einer wissenschaftlichen Forschungsreise nach den Samoa-Inseln, in Denkschr. Akad. Wien IC (1913). - (31) RITTERs Geogr.-statist. Lexikon, 9. ed. - (32) RÜBEL, Anfänge und Ziele der Geobotanik, in Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LXII (1917). - (33) SEEMANN, Flora Vitiensis. London 1865-68. - (34) SMALL, Flora of the Southeastern United States (1903). - (35) SUPAN, Die Verteilung des Niederschlages auf der festen Erdoberfläche, in PETERMANNs Mitt. Ergänzungsheft nr. 124 (1898). - (36) SUPAN, Grundzüge der physischen Erdkunde, 6. ed. (1916). - (37) Torreya, a monthly Journal of Botanical notes IX (1909). - (38) URBAN, Symbolae Antillanae, I, IV, V, VII (1900 - 1921). - (39) WARMING und GRAEBNER, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie, 3. ed. &1918). - 40) WEGENER, Die Entstehung der Kontinente und Ozeane, 2. ed., in Die Wissenschaft LXVI (1920). -(41) WETTSTEIN, Grundzüge der geographisch-morphologischen Methode der Pflanzensystematik. Jena 1898.

Ueber Beziehungen zwischen Färbung und Assimilation bei einigen Süsswasseralgen.

Von Fr. STEINECKE (Königsberg Pr.).

Bestimmte Beziehungen zwischen Farbe und der die Assimilation bedingenden Beleuchtung sind bei Meeresalgen bekannt und erforscht; für Süsswasser-Algen aus den Tiefen der Seen hat PASCHER (1) jüngst ähnliche Beziehungen angedeutet.

Nachfolgende Untersuchungen beschäftigen sich mit Algen aus flachen Gewässern; sie lehnen sich an eigenartige Erscheinungen an, die Verfasser zuerst bei einer Anzahl Algen aus einem ostpreussischen Hochmoor feststellen konnte (2). Weitere Beobachtungen und Versuche zeigten, dass ungewöhnliche Färbung bei vielen Algen durch enge Beziehungen zur Assimilation erklärt werden kann.

I. VERFÄRBUNG DER CHROMATOPHOREN.

1. SCHIZOPHYCEEN.

Die geringe Fixierung der Farbentöne bei den Blaualgen ist oft betont worden und jedem Algologen aus eigener Anschauung bekannt. In dem nährstoffarmen Wasser unserer Hochmoore sind von mir nicht selten Schizophyceen gefunden, deren Färbung nicht normal blaugrün, sondern schwach blaugrün, gelbgrünlich oder sogar strohgelb ist. Kräftig blaugrün zeigt sich allein *Chroococcus turgidus*, ein Alge, die

auch aus den Schneetümpeln der Alpen blaugrün angegeben wird, obwohl gerade an diesem Standort unter den Algen anderweitige Färbung recht häufig ist. Schwach blaugrün sind im Hochmoor *Anabaena*-Arten. Gelblichbraun findet sich stets *Calothrix Weberi*; nur die lebhafter wachsenden jungen Zellen besitzen olivgrüne Töne. Ähnlich gelblich verfärbt zeigt sich *Hapalosiphon fontinalis*. Eine rein strohgelbe Färbung sah ich bei *Stigonema ocellatum* (im Zehlaubruch), ockergelb mit nur einem schwachen grünlichen Schimmer in der Mitte war *Oscillaria Fröhlichii* im Pakledimmer Hochmoor (3). Die beiden letzteren Arten meiden für gewöhnlich Hochmoorwasser. Da durch MAGNUS und SCHINDLER und gleichzeitig durch E. PRINGSHEIM nachgewiesen ist, dass gewisse Schizophyceen (*Oscillaria, Phormidium, Lyngbya*) in Kulturen, deren Nährsalze (besonders Nitrate) verbraucht sind, sich bis zu einem reinen Gelb verfärben, lag die Annahme auf der Hand, dass durch die Armut des dystrophen Hochmoorwassers an Nitraten dieselbe Gelbfärbung hervorgerufen wird.

Um diese Verhältnisse einwandfrei festzustellen, wurden (13. VI. 1920) einige Fäden von *Hapalosiphon* aus dem Pakledimmer Moor mit Wasser vom Standort in zwei Petrischalen an einem sonnigen Fenster aufgestellt und der einen Schale 5 Tropfen einer 1% Lösung von $Ca(NO_3)_2$ + KNO_3 zugegeben. Nach 21 Tagen zeigte sich, dass die Algen der mit Nitraten beschickten Schale neue Zellen gebildet hatten, die schön blaugrün gefärbt waren. Im Kontrollgefäss war die Farbe kaum verändert, eine Vermehrung nicht zu bemerken. Da PRINGSHEIM (4) darauf hinweist, dass zuweilen die Einstellung des Wachstums nicht gleichzeitig mit der Verfärbung eintritt, erklärt sich, dass die gelb gewordenen Fäden sich im Hochmoor lebend erhalten können. Dass die Hochmoore Ostpreussens darin nicht allein stehen, beweist die Angabe FISCHERs (5), dem "die sehr blasse Färbung der Oscillatorien eines Hochmoors" in Mähren auffiel.

Eine Erklärung für diese Verfärbung infolge von Nährstoff-Mangel kann im folgenden gesehen werden: Nehmen wir mit ENGELMANN an, dass die roten und blauen Strahlen für die Assimilation wirksam sind und von grünen und gelben Farbstoffträgern am besten verarbeitet werden, dann müssen durch Fortfall der grünen Farbe die hauptsächlich wirksamen roten Strahlen wirkungslos bleiben und eine schwächere Assimilation allein mit Hilfe der blauen Strahlen durch das gelbe Chromatophor vor sich gehen. Die Assimilation m u s s aber herabgesetzt werden, weil das Wasser am Standort derart nährstoffarm ist, dass nicht genug Nährstoffe für volle Assimilation herbeigschafft werden können.

2. *CHLOROPHYCEEN.*

a. Gelbfärbung der Chloroplasten bei behinderter Nahrungsaufnahme.

Nicht so auffallend wie bei den Schizophyceen sind die Schwankungen, die bei einigen Grünalgen in der mehr oder weniger grünen Färbung der Chromatophoren beobachtet werden können. Besonders *Mougeotia* und *Oedogonium* zeigen häufig nicht das normale leuchtende Grün, sondern ein Gelblicgrün bis Grünlichgelb. Wenn Watten derartiger Algen durch starke Vermehrung oder durch Gasblasen aus dem Wasser eines Tümpels herausragen, oder ein Sinken des Wasserspiegels dasselbe bewirkt, wird man die Chloroplasten der aus dem Wasser ragenden Fäden meist mehr oder weniger gelb finden. Damit sind nicht die Watten zu verwechseln, die ihre gelbe Färbung reichlicher Zygotenbildung verdanken.

Fäden von *Mougeotia spec.*, die einen auffallend gelblichen Farbenton besassen und stellenweise etwas über den Wasserspiegel bei Gumbinnen herausragten, wurden in drei Schalen gegeben. Die erste Schale enthielt dest. Wasser, die zweite Wasser vom Standort, die dritte 0,2% KNOPsche Nährlösung. Am 1. VI. 21. wurde der Versuch begonnen. Die Algen der ersten Kultur starben ab, die der beiden andern Kulturen waren am 28. VI. deutlich gewachsen, beide in den neu gebildeten Zellen mit grünen Chloroplasten. Der Versuch bestätigte eine zufällige Beobachtung vor Jahren: Von einem Ausflug mitgebrachte gelbe Oedogonien, die ich in einem Glase längere Zeit untergetaucht stehen hatte, zeigten sich bei späterer Untersuchung ergrünt.

b. Gelbfärbung der Chloroplasten bei Hochmoor-Chlorophyceen

Es muss fener jedem Algologen bekannt sein, dass Grünalgen aus Flachmooren leuchtend dunkelgrüne Chloroplasten besitzen, während dieselben oder verwandte Formen aus Übergangs- und Hochmooren eine mehr gelblichgrüne Färbung aufweisen. Ein *Cosmarium Botrytis* oder irgend eine der häufigen *Closterium*-Formen aus eutrophen Gewässern neben den zahlreichen *Cosmarium*- und *Closterium*-Formen aus dystrophen Moortümpeln gehalten, zeigt sofort die augenfälligen Unterschiede in der Färbung. Trotz der sicher bekannten Tatsache finde ich keine Hinweise darauf in der Literatur; auf briefliche Anfragen meinerseits erhielt ich von zwei Seiten Bestätigungen.

In Blänken und Schlenken des Zehlaubruches, unseres typischsten Hochmoors, zeigen sämtliche dort lebenden Grünalgen, also besonders Arten der Gattungen *Mesotaenium, Cylindrocystis, Penium, Tetmemorus, Closterium, Cosmarium, Micrasterias, Holacanthum, Mougeotia, Oedogonium, Gloeocystis, Oocystis, Binuclearia* eine derartige Gelbfärbung der Chloroplasten. Und zwar ist der gelbe Farbenton im Sommer deutlicher sichtbar als im Winter. Besonders bei *Tetmemorus, Holocanthum* und *Gloeocystis* zeigen sich die Chloroplasten von November bis Januar freudig grün gefärbt. Diese einzelnen Farbenunterschiede wird man allerdings nur dann einwandfrei beobachten können, wenn man sich zur Gewohnheit macht, die untersuchten Formen nicht nur in ihren Umrissen zu zeichnen, sondern auch die Farbe mit Wasserfarben genau einzutragen.

Da das Hochmoorwasser infolge der freien Humussäuren keine stärkere Bakterienvegetation aufkommen lässt, kann man Hochmooralgen im Wasser vom Standort jahrelang unverändert lebend erhalten. Schon früher hatte ich beobachtet, dass die Algen in solchen Kulturen in kurzer Zeit deutlich stärker ergrünen. Zur genaueren Nachprüfung stellte ich am 28. VI. 22. drei Petrischalen mit Desmidien aus den Zehlaubruch-Blänken im Wasser vom Standort an einem Nordfenster auf. Schale I. wurde geschlossen, Schale II. blieb offen, sodass Staub hineingelangen konnte; Schale III. erhielt zur Hälfte Zusatz einer 0,2% KNOPschen Nährlösung. Die wesentlichsten Desmidien wurden in ihren Farbnüancen zeichnerisch festgehalten. Am 2. VIII., also nach 35 Tagen, waren die Chromatophoren der meisten Algen in Schale I. deutlich, in Schale II. stärker und in Schale III. stark ergrünt. Im Laufe des Monats vom Standort besorgtes Material zeigte noch die alte gelbgrüne Farbe.

In Kultur I. war gegen den natürlichen Standort nur die Licht-Intensität verringert worden, das genügte, um ein schwaches Ergrünen einzuleiten. In Kultur II. hatte ausserdem der Zimmerstaub genug Spuren von Nährstoffen zugeführt, die ein schnelleres Ergrünen bewirkten, während in Kultur III. die Nährlösung ein lebhaftes Grünwerden hervorrief. Dadurch scheint die Gelbfärbung der Hochmoor-Chlorophyceen als eine Anpassung an das nährstoffarme Hochmoorwasser.

Auf dem lichtreichen Hochmoor würde ein grünes Chromatophor eine starke Assimilation bedingen. Starke Assimilation erfordert aber die Zuführung genügend grosser Mengen von Nährsalzen, die aus dem nährstoffarmen Substrat nicht bezogen werden können. Bei Verminderung der Licht-Intensität (Kultur I.) kann die grüne Farbe wieder auftreten, da weniger stark assimiliert wird. Desgleichen ermöglichen schon Spuren von Nährstoffen eine stärkere Assimilation und damit Ergrünung. Dass im Winter am natürlichen Standort die Algen sichtlich grüner sind, ergibt sich aus der infolge durchschnittlich geringerer Licht-Intensität und mangelnder Wärme weniger lebhaften Assimilations-Tätigkeit. Versuche auf dem Hochmoor selbst mit *Zygogonium* folgen weiter unten.

Auf solche Weise erklärt sich auch die Beobachtung von RABANUS (6), der fand, dass sich *Cylindrocystis* an schattigen feuchten Felsen des Schwarzwaldes von den im Moorwasser auf Torf lebenden Exemplaren "durch ein viel intensiveres, freudigeres Grün und durch eine bei mikroskopischer Betrachtung hervortretende schärfere Ausprägung der Chromatophoren" unterscheidet. Schwache Lichtintensität und wahrscheinlich zugleich stärkere Zufuhr von Nährstoffen bewirken hier die Ergrünung. Dabei möchte ich an die Parallelerscheinung erinnern, dass ganz allgemein

Schattenblätter des Waldes stärker grün gefärbt und reicher an Chlorophyll sind als Sonnenblätter, die ein mehr gelbes Grün zeigen.

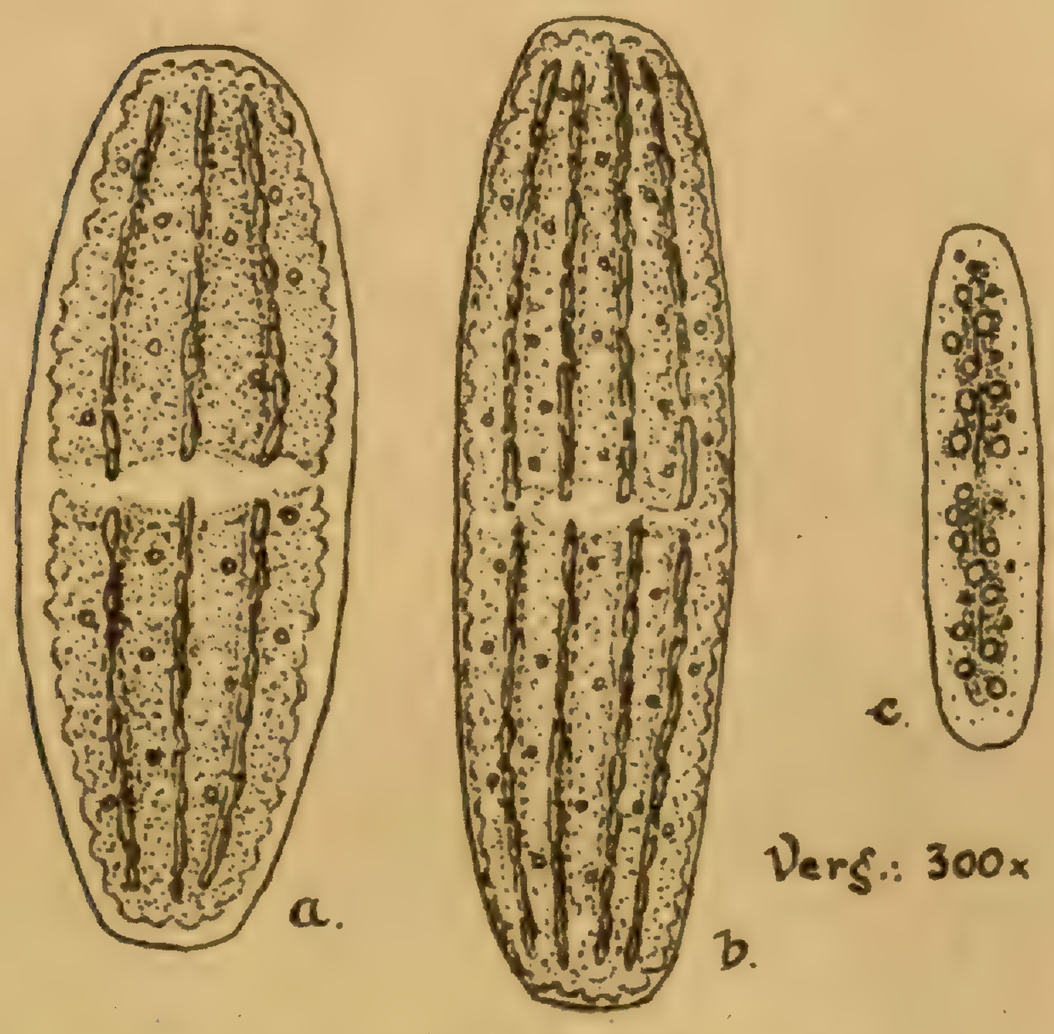
c. Weitere Veränderungen des Zellinnern bei Hochmoor-Chlorophyceen.

Ausser der Gelbfärbung zeigen die Grünalgen des Hochmoors noch andere Eigenschaften, die sie von Formen aus nährstoffreichen Gewässern unterscheiden.

1. Öltropfen. - So ist im Plasma der meisten Hochmoor-Chlorophyceen eine starke Anhäufung von farblosen, stark lichtbrechenden Öltropfen zu sehen, deren chemische Natur nicht näher analysiert wurde. Derartige Öltropfen finden sich am stärksten ausgeprägt bei *Mesotaenium, Netrium digitus* (Fig. 1), *Cylindrocystis Brébissonii* (Fig. 2), *Cosmarium palangula, Micrasterias, Zygogonium* (Fig. 4) und *Gloeocystis*. Bei in Teilung begriffenen Exemplaren (Teilungen erfolgen im Hochmoor infolge langsamen Wachstums nur in grossen Abständen) ist eine Verminderung der Öltropfen festzustellen. Über ihre Bedeutung vermag ich nichts zu sagen.

2. Kümmer- oder Moorformen. - Seit SCHLENKER (7) und der Verfasser die kleinen Masse der Hochmooralgen bemerkt und solch' kleine Varietäten als "Moorformen" bezeihnet hatten, sind diese Beobachtungen verschiedentlich bestätigt worden, so von SCHROEDER (8) und SCHULZ (9). Am auffälligsten ist die Kümmerform bei *Netrium (Penium) digitus*, die LEMMERMANN als var. *montanum* bezeichnet hat. Als solche Kümmerformen, die einen besonderen Namen erhalten haben, nennt SCHROEDER des weiteren *Penium minutum fa. minor, Cosmarium bioculatum var. omphalum fa. minor, Arthrodesmus Incus var. intermedius* und *isthmosus, Dictyosphaerium Ehrenbergianum var. minor*, sowie die ähnliche Zwergformen bildende Diatomee *Eunotia gracilis var. minor* und *Eu. exigua var. minuta* . Von Kümmerformen unter den ostpreussischen Mooralgen, die besondere Namen erhalten haben, möchte ich noch *Tetmemorus Brébissonii var. minor, Staurastrum margaritaceum var. minor, Eunotia paludosa var. turfacea* und *Synura uvella var. turfacea* hinzufügen.

Abb. 1.



Netrium digitus (Ehrbg.)

a.) Zwischenmoor bei Neukuhren, 238×70μ.
b.) Waldsumpf Warnicken, 250×72μ.
c.) Zehlau-Hochmoor, Blänke, 130×24μ.

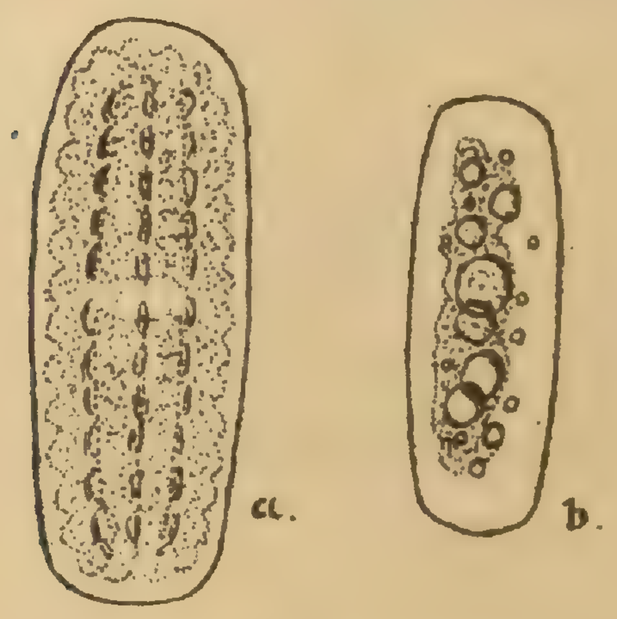
Fig. 1. stellt Normalform und Kümmerform von *Netrium digitus* dar, erstere aus einem Übergangsmoor und einem Polytrichum-Sumpf, letztere aus eine Schlenke des Zehlaubruches. Die Desmidie ist nach MIGULA 300 - 400 μ lang, 60 - 82 μ breit; nach SCHLENKER 176 - 320 μ lang und 44 - 64 μ breit; als *var. montanum Lemmerm.* 150 - 276 μ lang, 50 - 69 μ breit; bei Exemplaren aus dem Zehlaubruch 90 - 150 μ lang, 27 - 30 μ breit. Danach ist im Zehlaubruch, als dem typischsten Hochmoor Deutschlands, die Kümmerform dieser Art am deutlichsten ausgeprägt. Dass als Grund für derartige Zwergformen die Nährsalz-Armut des Hochmoorwassers anzusehen ist, wird wohl nirgends bestritten werden; Parallelerscheinungen liegen bei den Moorformen der höheren Pflanzenwelt vor.

3. Reduzierte Chloroplasten. -Unabhängig von der kleineren Zellform besitzen die Hochmooralgen weiterhin relativ kleine Chromatophoren. Dass RABANUS bei *Cylindrocystis* von schattigen überrieselten Schwarzwald-Felsen eine schärfere Ausprägung der Chromatophoren als bei den Exemplaren aus Torfmooren bemerkt.

ist bereits oben erwähnt. Besonders deutlich tritt diese Erscheinung wieder bei *Netrium digitus* hervor. Exemplare aus nährstoffreicherem Wasser haben grosse, stark gelappte, sich bis zum Zellrand erstreckende Chromatophoren, während bei den Hochmoorformen das Chromatophor kümmerlich und klein ist und den Rand der Zelle nicht erreicht. Aus der Erwägung heraus, dass es sich hierbei nur um Standortsvariationen handelt, zog Verf. 1916 die Art *Penium lamellosum* ein und stellte sie als *P. digitus fa. lamellosum* richtig. Sie heisst jetzt *Netrium digitus (Ehrbg.) Itzigs. et Rothe var. lamellosum (Bréb.) Grönbl.*

Ein gleiches Kleinerwerden der Chromatophoren zeigen auch alle übrigen Chlorophyceen des Hochmoors, nicht nur die Desmidien. Stark gefaltete oder gelappte

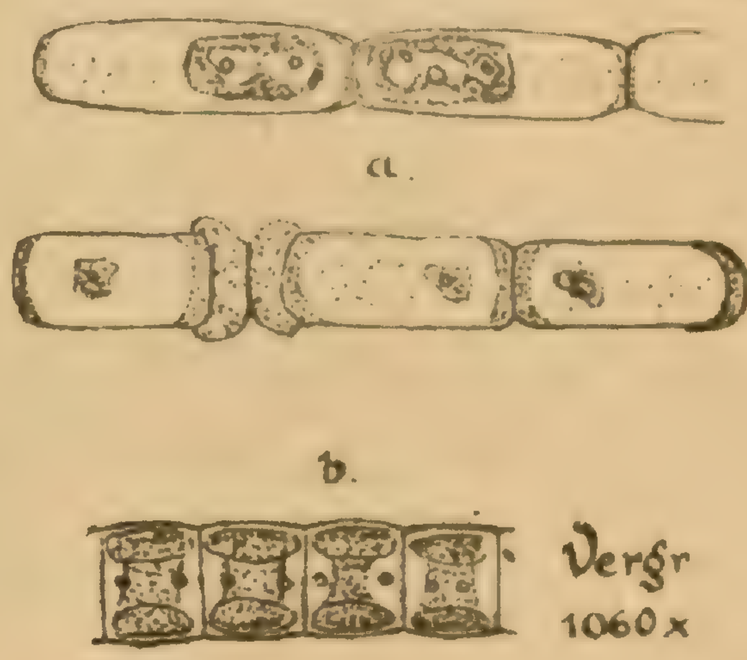
Abb. 2.



Cylindrocystis Brebissonii Men

a.) In Kultur,
b.) Aus dem Zehlaubruch.
Vergr. 620x.

Abb. 3.



Binuclearia tatrana Wittr

a.) im Hochmoor (Blänke).
b.) in Kultur.

Chromatophoren kommen bei den Hochmoorformen nur ausnahmsweise vor, sie sind dagegen oft zu einem schmalen gelben Bande reduziert (*Mesotaenium Endlicherianum, Netrium digitus, Zygogonium ericetorum*). In jenen auf Seite 319 erwähnten Zimmerkulturen der Blänke-Desmidiaceen, die bei Lichtverminderung und Nährsalz-Zufuhr ein Ergrünen zeigten, konnte die Vergrösserung der Chloroplasten deutlich wahrgenommen werden. Auf Fig. 2 und 3 sind zwei dieser Algen vom Standort und aus Kultur III. gegenübergestellt. *Netrium digitus* wurde in der Kultur zur *var. lamellosum* mit deutlich gelapptem, grünem Chromatophor. Besonders auffallend ist die weitgehende Veränderung durch den Einfluss der Kultur bei der Bergalge *Binuclearia tatrana*, die erst in der Kultur an neu gebildeten Zellen charakteristische Einzelheiten zeigt. Die Beschreibung einer ebenso weit gehenden Veränderung in dem Aussehen von *Zygogonium* am Standort und in der Kultur folgt weiter unten, Fig. 4. – Übrigens gibt auch GISTL (10) an, dass bei Nahrungsmangel sich einzelne Teile des Chlorophyllkörpers bayrischer Hochmoordesmidien auflösten und an ihre Stelle Vakuolen traten.

Die Bedeutung einer solchen Verkleinerung der Chromatophoren kann ebenso wie die Verfärbung nach Gelb die Bedeutung haben, die Assimilation weiter herabzusetzen, da das Wasser zu nährstoffarm ist, um bei der intensiven Beleuchtung eine volle Assimilation zu ermöglichen.

3. *DIATOMEEN.*

Ich möchte hier eine abnorme Färbung bei einer Diatomee erwähnen, wenn es auch nicht gelang, eine Erklärung dafür beizubringen. Am 28. VIII. 21. fand ich im Johannistaler See bei Ortelsburg in Watten der Schizophycee *Tolypothrix lanata* zahlreich die Diatomee *Epithemia turgida*. Deren Farbstoffträger waren teils normal

braun, teils olivbraungrün, teils kräftig blaugrün gefärbt. Die letzteren blaugrünen Exemplare hatten genau die Färbung der Blaualge, an der sie festsassen. Die Erscheinung war ganz ausserordentlich auffallend. Ich betone ausdrücklich, dass es sich um lebende Diatomeen handelt; postmortal werden Diatomeen ja häufig grün. Andere in denselben Watten lebende Kieselalgen (*Nitzschia, Navicula*) zeigten nicht diese Verfärbung. Es fiel mir dabei auf, dass besonders die in den tiefen Schichten der blaugrünen Schizophyceen-Watten angehefteten Epithemien diese abnorme Färbung zeigten. In angesetzten Kulturen wuchsen Blaualge und Diatomee weiter, letztere etwa zur Hälfte mit blaugrüner Färbung.

Ich brachte ferner Rasen von *Oedogonium* und *Spirogyra* in eine solche Kultur mit dem Ergebnis, dass die Epithemien sich auch an diesen Chlorophyceen festsetzten, aber dann normal braun gefärbt waren. Ich brachte des weiteren Kulturen in schwacher KNOPscher Nährlösung unter dunkelgrüne Lichtfilter: Nach 35 Tagen sah ich in *Oedogonium* und *Pediastrum*, das sich inzwischen eingestellt und stark vermehrt hatte, die Chromatophoren tief dunkelgrün (das schreibe ich nur der Nährlösung und der verminderten Licht-Intensität zu), *Epithemia* war zu 50% leuchtend grün, zu 20% braun, 30% schienen abgestorben. - Die vorgerückte Jahreszeit (die letzte Beobachtung stammte vom 20. X.) liess mich die Versuche abbrechen. Ich ziehe daher keine Schlüsse aus diesem Verhalten, habe deshalb auch nicht eingehender über die Kulturen berichtet.

II. EINLAGERUNG VON FARBSTOFFEN IN DIE ZELLMEMBRAN.

1. EISENEINLAGERUNG.

In einem demnächst im Bot. Archiv zum Abdruck kommenden kurzen Bericht über Limonit-bildende Algen der Heide-Flachmoore werde ich über hier schon zu erwähnende Beobachtungen zu handeln haben. Die infolge Einlagerung von Eisenoxydhydrat braun gefärbten Membranen einiger Eisenalgen sind oft derart dunkelbraun tingiert (*Trachelomonas*), dass die Chromatophoren nur schwer zu erkennen sind. Man wird von vorn herein vermuten, dass eine solche stark gefärbte Membran weniger Licht an das Chromatophor lässt und deshalb die Assimilation ungünstig beeinflussen muss. Zur experimentellen Nachprüfung legte ich einzelne Fäden einer Grünalge mit Wasser vom Standort in zwei Schalen, deren seitliche Ränder mit schwarzem Papier verklebt wraen. Als Versuchsobjekt wählte ich *Spirogyra crassa*, die mit jenen Eisenalgen zugleich in den betreffenden Flachmoorgewässern vorkommt. Schale I. enthiet 2 Fäden mit zusammen 54 Zellen. Sie war oben überdeckt von einer weiteren Schale, die mit Räschen des Eisenbakteriums *Leptothrix ochracea* angefüllt war, sodass bei Beleuchtung von unten die *Spirogyra*-Fäden noch gerade durchschimmerten. Schale II. enthielt 2 *Spirogyra*-Fäden mit zusammen 67 Zellen und war nur mit Glas bedeckt. Die Kulturen wurden am 15. VIII. 21. angesetzt und an ein helles Fenster gestellt. Bei einer Untersuchung am 10. IX. 21. zeigten die Fäden in Schale I. zusammen 61 Zellen, die nicht bedeckte Schale II 123 Zellen. Das Ergebnis besagt, dass, wie anzunehmen war, *Spirogyra* in der unbedeckten Schale stärker wuchs, als in der bedeckten Schale, die weniger Licht an das Chlorophyll liess. Da das Flachmoor reichlich Nährstoffe besitzt, ist die künstliche Herabsetzung der Assimilationstätigkeit für die Algen nicht nötig. Es scheint demnach die Inkrustation mit Eisen für diese Algen keine Lebensnotwendigkeit zu sein, sondern eher ein wachstumshindernder Faktor. - Die Verhältnisse mögen aber individuell verschieden sein.

Eine stärkere Inkrustation mit Calciumcarbonat wird wahrscheinlich ähnlich in schwächerem Masse hemmend auf die Assimilation einwirken.

2. STAHLBLAUE MEMBRANFÄRBUNG BEI CONJUGATEN.

Am 9. VI. 22. fand ich in einem verschmutzten Graben bei Powayen zwischen zahlreichen Diatomeen auch Closterien (*Cl. moniliferum var. concavum, Cl. lineatum, Cl. lunula*), deren Membranen z.T. undurchsichtig stahlblau bis preussisch-

blau tingiert waren. Junge Exemplare zeigten blauviolette Membranen mit durchscheinenden kräftig grünen Chromatophoren, ältere die tief blaue Farbe, die vom Chromatophor nichts mehr erkennen liess. Exemplare kurz nach der Teilung zeigten beide Zellhälften ungleich tingiert. Zerquetschte Algen liessen erkennen, dass der Zellsaft farblos geblieben war und nur die Membran die Färbung aufwies.

HANSGIRG gibt von *Zygnema chlamydospermum* an, dass ihre Zygosporen eine glatte, stahlblau gefärbte Mittelhaut haben. Desgleichen erwähnt SCHLEIKER (7) ein *Closterium macilentum* mit schwach violetter Zellhaut. Es scheinen also bei Conjugaten blaue Membranen ab und zu vorzukommen. Das Material reichte nicht zu Kulturen aus, ich vermag daher keine Vermutung über die Bedeutung dieser Färbung anzugeben, glaube aber, dass durch sie eine Behinderung der Assimilationstätigkeit wohl angenommen werden muss.

III. EINLAGERUNG VON ROTEN FARBSTOFFEN (IN WEITESTEM SINNE) IN DEN ZELLSAFT.

Abgesehen von den Rhodophyceen sind rote Farbstoffe bei vielen Algengruppen häufig beobachtet, studiert und verschieden erklärt worden. Neben wenigen speziellen Untersuchungen finden sich die Angaben zerstreut in gelegentlichen Bemerkungen. Ich erwähne kurz die hauptsächlichsten Formenkreise, bei denen rote Farbsoffe gefunden worden sind, um dann zu den eigenen Untersuchungen an Hochmooralgen überzugehen. Ich analysiere dabei die Farbstoffe, welche die Rotfärbung bedingen, nicht weiter, da nur in den wenigsten Arbeiten die chemische Natur der färbenden Körper untersucht ist.

1. ROTE FARBSTOFFE BEI VERSCHIEDENEN ALGENGRUPPEN.

Am besten bekannt sind durch Hämatochrom gefärbte F l a g e l l a t e n. So weiss man, dass z.B. *Euglena sanguinea* nur in solchen Tümpeln rot ist, die stark von der Sonne beleuchtet sind. Der Farbstoff verschwindet bei längerer Kultur im Dunkeln. In hochgelegenen Alpenseen sind rote Flagellaten keine Seltenheit (Blutseen). Demnach wird die rote Färbung auf Lichtintensität zurückgeführt: nach CHODAT soll das rote Öl vor zu intensiver Beleuchtung schützen. Aufmerksam mache ich besonders auf die Befunde REICHENOWs, der den Hämatochromgehalt dieser Flagallaten aus dem Stickstoffmangel der in einer an Lebewesen armen Höhe gelegenen Gewässer erklärt. Ich komme weiter unten für Hochmooralgen zu ähnlichen Ergebnissen. Auf andere Beziehungen der roten Farbstoffe zur Qualität des Lichtes und damit zur Assimilation wiest PASCHER (1) hin.

Rote S c h i z o p h y c e e n sind desgleichen mehrfach beobachtet worden und wurden auch experimentell untersucht. Bekannt ist mir von roten fadenförmigen Blaualgen nur *Oscillatoria rubescens*, die in den Wintermonaten mancher Jahre in den masurischen Seen eine rote Wasserblüte (in der Schweiz: "Burgunderblut") bildet.

Von G r ü n a l g e n ist mir rot gefärbt häufig *Botryococcus* in masurischen Seen begegnet; nach WESENBERG-Lund ist sie in dänischen Seen im Sommer rot, im Winter grün gefärbt.

Ganz allgemein ist Rotfärbung bei S c h n e e a l g e n verbreitet. Hier zeigen derartige Färbung Schizophyceen (*Gloeocapsa sanguinea*) neben Flagellaten (*Pteromonas nivalis*), Chlamydomonaden (*Chl. sanguinea, Chl. tingens var. nivalis*) und einer Desmidie (*Ancylonema Nordenskjöldii*). Bei der Desmidie möchte ich besonders darauf hinweisen, dass bei ihr der Zellsaft, und zwar nicht rot, sondern intensiv blauviolett gefärbt ist, Verhältnisse, die wir unten bei den Hochmoordesmidien wieder antreffen. Die rote Farbe der Schneealgen ist allgemein auf die besonders starke Lichtintensität zurückgeführt worden, sei es dass mit CHODAT das rote Öl gegen das grelle Licht schützen, oder dass mit STAHL das rote Pigment die Lichtstrahlen in Wärmestrahlen zu verwandeln imstande sein soll. Regelnde Beziehungen zur Assimilationstätigkeit bestehen aber zweifellos.

Ebenso häufig sind rote Farbstoffe bei a e r o p h i l e n A l g e n, soweit sie dem grellen Licht ausgesetzt leben. Ich erinnere an *Chlorella miniata* und an

die *Trentepohlia*-Arten. Bei einigen der letzteren ist nach FISCHER (11) der grüne Zellinhalt durch einen gelb- bis rotbraunen Farbstoff, ein in Öl gelöstes Carotin, also ein Lipochrom verdeckt. Zellen, die in rascher Teilung begriffen sind, zeigen oft keine Spur des Öls. Sind die Wachstumsbedingungen ungünstig, ist also viel Licht und Trockenheit vorhanden, so ist der Lipochromgehalt besonders gross. An solchen Standorten wachsende Pflanzen haben zugleich eine derbere Membran. Hier ist also zweifellos in der roten Farbe ein für die Algen vorteilhafter Lichtschutz zu sehen.

Das gleiche gilt für die Aerophile *Zygogonium ericetorum fa. terrestris*, die in typischen Hochmooren stellenweise nackte, feuchte Torfflächen oder die Sphagna mit schwarzvioletten Rasen überzieht. Auch hier ist eine derbe Membran vorhanden, und das Chlorophyll durch einen im Zellsaft gelösten dunkelvioletten Farbstoff verdeckt. Die auffallende und eigenartige Algé ist in den letzten Jahren von REITER (12), SCHROEDER (8) und vom Verfasser (2, 3) aus verschiedenen Hochmooren Ostpreussens angegeben worden. Während aber die beiden ersten Autoren die Farbe der eingetrockneten Algenwatten (Meteorpapier) als schmutzig violett bezeichnen, fand ich die typische *forma terrestris* schwarz-violett, also noch stärker gefärbt, vor. Da es sich um eine Hochmooralge handelt und der Farbstoff ein Violett ist, behandle ich die Alge im nächsten Abschnitt.

2. *EINLAGERUNG EINES VIOLETTEN FARBSTOFFES BEI CHLOROPHYCEEN DES HOCHMOORS.*

Zygogonium ist in ostpreussischen Hochmooren nicht nur als luftlebende *fa. terrestris*, sondern auch als *fa. genuina* (im Wasser lebend mit zarteren Membranen) derart violett gefärbt. Doch ist dann die Farbe nicht so intensiv, zwar dunkel violett, aber nicht schwarzviolett. Wie ich bereits 1916 angegeben habe, zeigen auffallenderweise auch andere Chlorophyceen in Hochmooren eine solche mehr oder weniger intensive Violettfärbung ihres Zellinhaltes. So *Mesotaenium Endlicherianum var. grande*, eine Bergalge, deren stark violetter Zellsaft auch anderweits bemerkt wurde. Das verwandte *M. violascens* drückt schon im Namen diese Färbung aus. Ferner hat *Netrium digitus* in den seichten Wasseransammlungen (Schlenken) des Zehlaubruches einen tief violetten Zellsaft von genau der gleichen Farbe wie das an denselben Stellen lebende *Zygogonium*. Desgleichen zeigen eine weniger intensive Violettfärbung *Cosmarium palangula, Cylindrocystis crassa, Cyl. Brébissonii* (im Pakledinner Moor) und stellenweise *Gloeocystis gigas*.- *Mougeotia capucina*, die in Torfgewässern der Alpen schwarzviolette Rasen bildet und denselben violetten Farbstoff führt, habe ich in unsern Hochmooren nicht gesehen.

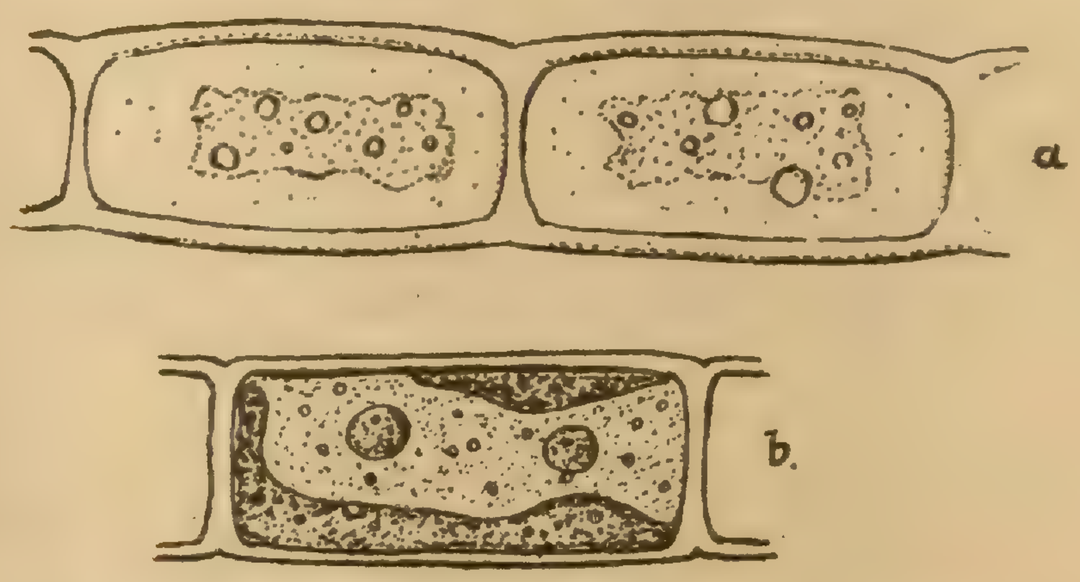
Diese eigenartige, nur noch von GISTL (10) an *Netrium digitus* aus bayrischen Hochmooren erwähnte Färbung tritt nur im Sommer intensiv auf, Schutz gegen Kälte der bei Anthocyanspe-icherung höherer Pflanzen teilweise dafür verantwortlich gemacht wird, kann also nicht die Ursache sein. Ebenso wenig ist Schutz gegen Wärme denkbar. Ein Einfluss der Huminsubstanzen des Wassers, worauf auch hingewiesen ist, kommt ebenfalls nicht infrage, denn *Zygogonium*-Fäden aus der Tiefe der Hochmoor-Blänken zeigen nur eine schwache Färbung. Ebenso wenig kann dieser Farbstoff ein unwichtiges Nebenpigment sein, das mit der Assimilation nichts zutun hat, wie es HANSEN für die rote Farbe der Florideen annahm.

Da sich Fadenalgen zu Kulturen gut eignen, legte ich Fadenbüschel von *Zygogonium*, welche die charakteristische purpurviolette Färbung zeigten, am 1. IV. 19. in eine 0,2% KNOPsche Nährlösung und stellte sie an ein Sonnenfenster. Am 24. IV. war das vorher in Aufsicht fast schwarze Fadengewirre dunkelgrün geworden. Unter dem Mikroskop erwiesen sich nur einzelne Zellen als abgestorben, die meisten Fäden waren zu reichlicher Vermehrung geschritten. Der Zellsaft der lebenden Zellen war völlig farblos, das Chromatophor freudig grün gefärbt. Es hatte seine Körnelung und die Öltropfen verloren und war in jeder Zelle jetzt doppelt so gross als vorher. Während es bei violetten Zellen nie die Zellmembran erreicht, war es jetzt grösser als die Zelle, sodass es an den Zellwänden umgeschlagen wurde. Nun traten auch die beiden Pyrenoide deutlich hervor, die vorher nie auch nur andeutungsweise bemerkt werden konnten. Die Pflanze zeigte am Standort und in der Kultur

ein so verschiedenes Aussehen, dass man beide Formen nicht zu vereinigen wagen würde, fände man sie nebeneinander so in der freien Natur (13). - Vergl. Fig. 4.

Da aber dieses Ergebnis vielleicht nur die verminderte Lichtintensität bewirkt haben könnte, legte ich im Sommer 1920 weitere Kulturen an, wie ich es an anderer Stelle in Aussicht gestellt hatte (14). Ich setzte am 12. VI. in nasses Sphagnum des Pakledimmer Hochmoors (bei Stallupönen) zwei weithalsige Flaschen, die eine enthielt Wasser vom Standort (I), die zweite desgleichen u. zur Hälfte 0,2% KNOPsche Nährlösung (II). Beide Gefässe wurden mit *Zygogonium*-Fäden beschickt und offen stehen gelassen. Da kaum je ein Mensch auf den Gedanken kommt, in solch' unwegsamem Moor herumzupatschen, konnte ich die Flaschen unbesorgt dort lassen. Im Zimmer stellte ich zwei weitere Gefässe mit *Zygogonium* auf, das eine (III) mit Hochmoorwasser, das zweite (IV) mit derselben Mischung von Standortwasser und Nährlösung. Bei einem Besuche des Moors am 11. VIII. zeigte die Alge in I. dieselbe Färbung wie die am Standort wachsenden, in II waren die alten Zellen zum grossen Teil abgestorben, reichlich vorhandene neu gebildete Zellen waren grün gefärbt. Im Zimmer besassen zu gleicher Zeit beide Algen nicht mehr den stark violetten Farbstoff; in III. waren sie schwächer, in IV. stark ergrünt.

Abb. 4.



Zygogonium ericetorum Kg. Vergr. 1060 x
a.) im Hochmoor b.) in Kultur

Daraus, dass auch die Kultur III. eine Abnahme des Farbstoffes zeigte, folgt, dass in der Licht-Intensität **u n d** der Nährsalzarmut des Substrates die Ursachen für die violette Färbung zu suchen sind. Ob auch hier die Nitrate ausschlaggebend sind, lasse ich dahingestellt.

In welcher Weise wirkt nun der violette Farbstoff? Schutz gegen Licht-Intensität lässt die weitere Frage offen, warum dieser Schutz notwendig ist. Es gibt zwar ENGELMANN an, dass das Anthocyan der höheren Pflanzen die für die Assimilation wirksamen Strahlen ungehindert durchlässt, doch müssen bei diesem violetten Algenfarbstoff andere Verhältnisse vorliegen. Es ist vorher als wahrscheinlich gezeigt, dass das Chlorophyll sich bei diesen Algen gelb färbt, um die für die Assimilation wichtigen roten Strahlen auszuschalten und nur die blauen wirken zu lassen. Eine weitere Verringerung der Assimilation wird durch die beschriebene Verkleinerung der Chloroplasten bewirkt. Die violette Farbe um das Assimilationszentrum herum setzt aller Wahrscheinlichkeit nach die Assimilation noch weiter herab dadurch, dass die roten und blauen Strahlen durch das Violett zum grössten Teil reflektiert oder absorbiert werden, bevor sie das Chromatophor erreichen. Infolgedessen gelangt nur ein Bruchteil der wirksamen Strahlen an das Chromatophor. Diese weitgehende, durch verschiedene Mittel bewirkte Herabminderung der Assimilationsstärke muss aber erfolgen, da eine infolge der starken Lichtintensität starke Assimilation andauernde Zufuhr von Nährsalzen erfordern würde, die aus dem Nährstoff-armen Hochmoorwasser nicht bezogen werden können. Nahrungsmangel und starke Beleuchtung bringen bei einer ungeschützten Pflanze Assimilation und Nährstoffersatz aus dem Gleichgewicht. Bei zu hoher Lichtintensität ist die vorhandene Energie zu gross für die Lebensprozesse. Da Nährsalze nicht beschafft werden können, muss durch Regelung der Energiequelle das Gleichgewicht wieder hergestellt werden.

Die Erklärung lautet also sicherlich: Schutz gegen Lichtintensität **i n f o l g e** fehlender Nährstoffe zwecks Verminderung der Assimilationsstärke (14a).

So wird auch der gleiche violette Zellsaft der Schnee-Desmidie *Ancylonema* ver-

ständlich; auch hier überaus grosse Lichtintensität und zu wenig Nährstoffe. So verstehe ich auch REICHENOW, wenn er die rote Färbung der *Euglena sanguinea* in hochgelegenen Alpenseen auf Mangel an Nitraten zurückführt.

Man könnte dabei an die "physiologische Trockenheit" des Hochmoorwassers erinnern und hier von physiologischer Lichtintensität sprechen. Denn das Hochmoorwasser ist nicht weniger nass als anderes Wasser und viel grösser als an anderen stark besonnten baumlosen Gegenden kann auch die Lichtintensität auf dem Hochmoor nicht sein.

Bei alledem soll nicht verschwiegen werden, dass die chemische Natur dieses violetten Farbstoffes nicht bekannt ist.

3. *ROTE FÄRBUNG BEI DAUERZUSTÄNDEN.*

Es ist bekannt, dass in Sporen und Ruhestadien mancher Algen gleichfalls rote Farbstoffe auftreten, besonders dann, wenn die Sporen der Austrocknung ausgesetzt sind. Zygosporen kommen in typischen Seeklima-Hochmooren wohl nur ganz ausnahmsweise vor, ich habe sie nur bei *Mesotaenium* gesehen; dann waren aber diese Sporen besonders intensiv von jenem violetten Farbstoffe erfüllt. Es liegt nahe anzunehmen, dass auch hier der sei es violette sei es rote Farbstoff eine teilweise Ausschaltung der Assimilation bei der ruhenden Alge bewirken soll, zumal dann, wenn infolge der Austrocknung keine Nährstoffe herangeführt werden und die Beleuchtung intensiver wird.

4. *ANTHOCYANEINLAGERUNG BEI HÖHEREN PFLANZEN.*

Viel ist über Anthocyan geschrieben, und u.a. Kälteschutz, dann wieder Wärmeschutz und Lichtschutz als seine Ursachen bezeichnet worden. Ich möchte das Anthocyan nicht mit dem letzterwähnten Algenfarbstoff gleichsetzen, glaube aber, dass die Algen als primäre Organismen schneller und klarer ersichtlich auf ungünstige Lebenseinflüsse reagieren als höhere Pflanzen. Es fragt sich nun, inwieweit die bei den Algen gewonnenen Gesichtspunkte auf die höheren Pflanzen ausgedehnt werden können. Ich erwähne eine zufällige Beobachtung: Im Juni 1921 hatte ich *Utricularia vulgaris* in zwei Schalen stehen, die eine mit destill. Wasser, die andere mit schwacher Nährlösung erfüllt. Die Gefässe standen sonnig. Nach 3 Wochen hatten die im destill. Wasser befindlichen Pflanzen einen rötlich-violetten Ton angenommen, die in der Nährlösung dagegen nicht. - Ähnliche Versuche hat OVERTON (15) mit *Hydrocharis* u.s.w. angestellt und u.a. dieselben Ergebnisse erzielt. Sollte hier nicht ähnlich wie bei einer Alge Schutz gegen allzu starke Assimilation wegen fehlender Nährsalze vorliegen? KERNER nahm das Anthocyan für Lichtschutz in Anspruch, und es wären jedenfalls (trotz ENGELMANN und STAHL) folgende Tatsachen daraufhin erneut zu prüfen:

Fuchsien aus dem Zimmer ins Freie gebracht, färben sich rot (Assimilation wird plötzlich zu lebhaft); Frühlingstriebe, die eine Tendenz zu lebhaftem Wachstum haben, überwinternde Blätter sowie arktische Pflanzen speichern Anthocyan (Lichtintensität stark, Nährsalzzufuhr infolge gefrorenen oder kalten Bodens schwach); Pflanzen der Sanddünen, wie *Lathyrus maritimus*, *Viola*-Arten u.a., zeigen starke Anthocyanspeicherung (Lichtintensität gross, Boden nährstoffarm); von Aphiden befallene Blätter bei Johannisbeeren zeigen intensive Rotfärbung (dauernder Entzug von Nahrungssubstanz); bei NaCl-Zusatz entwickeln Pflanzen rote Triebspitzen, an salzigen Stellen gefärbte Pflanzen sind oft rot gefärbt (erschwerte Nahrungsaufnahme bei gleich hoher Lichtintensität). Schliesslich die Hochmoorpflanzen, die zum grossen Teil stärkste Anthocyan-Speicherung zeigen. Ich erwähne *Rubus chamaemorus*, *Vaccinium uliginosum*, *V. Oxycoccos*, *Andromeda polifolia*, *Drosera*, ferner *Sarracenia purpurea*, *Carex caespitosa*, *Melapyrum paludosum*. Beachtenswert ist dabei, dass die Blätter von *Rubus chamaemorus* grün zur Entfaltung kommen und erst im Hochsommer purpurviolett gefärbt sind, dass ferner *Drosera*-Pflanzen, die auf dem Hochmoor weinrot gefärbte Tentakel besitzen, nach künstlicher Verminderung der Lichtintensität ohne Veränderung des Standortes den roten

Farbstoff verlieren. Desgleichen findet man *Drosera* im Schatten der Kiefern grün, auf der baumlosen Hochmoorfläche rot. Hier ist bei vorhandener, aber gleich bleibender Nährsalz-Armut des Bodens die Abhängigkeit von der Licht-Intensität deutlich ersichtlich.

Es ist also nicht ausgeschlossen, sogar wahrscheinlich, dass in diesen Fällen die Anthocyanspeicherung einen Regulierungsfaktor für die Assimilation im vorher angegebenen Sinne darstellt. Die Bedeutung der abnormen Färbung bei den besprochenen Algen und die überall innigen Beziehungen zwischen Färbung und Assimilation erscheinen nach den vorliegenden Untersuchungen wohl ersichtlich.

LITERATUR-VERWEISE.

(1) PASCHER, Über das regionale Auftreten roter Organismen in Süsswasserseen, in Mez, Archiv III (1923) p. 311 - 314. - (2) STEINECKE, Die Algen des Zehlaubruches in systematischer und biologischer Hinsicht. Schriften der Physik.-ökon. Ges. Königsberg LVI. - (3) STEINECKE, Die Algen des Pakledimmer Hochmoors, in Mez, Arch. I (1922) p. 226 - 229. - (4) Pringsheim in Cohn's Beitr. XII (1913) p. 86. - (5) FISCHER, Die Algen Mährens und ihre Verbreitung, Verh. Naturf. Ver. Brünn LVII (1920). - (6) RABANUS, Beiträge zur Kenntnis der Algen Badens, in Ber. Nat. Ges. Freiburg XXI (1915) p. 7. - (7) SCHLENKER, Geologisch-biologische Untersuchung von Torfmooren, in Mitt. Geol. Abt. Württemb. statist. Landesamt nr. 5 (1908). - (8) SCHROEDER, B., Beiträge zur Kenntnis der Algenvegetation des Moors von Gross Iser, in Ber. D. bot. Ges. XXXVII (1919) p. 259. - (9) SCHULZ, P., Desmidiaceen aus dem Gebiete der Freien Stadt Danzig, in Mez, Archiv II (1922) p. 113 - 173. - (10) GISTL, Beiträge zur Kenntnis der Desmidiaceenflora der Bayr. Hochmoore, Diss. techn. Hochsch. München 1914. - (11) FISCHER, R., Die Trentepohlia-Arten Mährens und West-Schlesiens, in Österr. bot. Ztschr. 1922, nr. 1 - 3. - (12) REITER, die Bedeutung der Seefelder bei Reinerz für Pflanzenforschung und Naturdenkmalpflege, in Conwentz, Beiträge VI, Heft 2 (1919). - (13) STEINECKE (2) p. 90; vergl. auch die Farbentafel. - (14) STEINECKE in Jahresber. Preuss. bot. Ver. 1914/15, p. 54. - (14a) Nach Fertigstellung der Arbeit erhalte ich durch Herrn Dr. H. GAMS (Biol. Station Wasserburg a. Bodensee) die Mitteilung, dass von ihm Zygogonium nur auf kalkarmem Standort in roter Farbe, dagegen in grüner Form auf kalkreichem Substrat gefunden wurde. - (15) OVERTON, Beobachtungen und Versuche über das Auftreten von rotem Zellsaft in Pflanzen. Pringsheims Jahrb. XXXIII, Heft 2, Seite 179.

Neue Arten der Gattung Eragrostis.

Von ELISABETH JEDWABNICK (Königsberg Pr.).

Eragrostis Pilgeriana Jedw. nov. spec, - Annua, e radicibus fibrosis erecte fasciculata, usque ad 0,4 m alta, e validioribus. Folia vaginis bene carinatis, normâ quam internodia brevioribus, cum margine glabris, laevibus; ligulis ad folii dorsum zona pilosa haud notatis, latere brevissime barbellatis, in pilorum brevium seriem mutatis; laminis erectis, linearibus, basi haud contractis, apice acutissimis nec filiformibus, planis, chartaceis, cum margine haud tuberculato glabris, laevibus, usque ad 0,12 m longis et 4 mm latis. Culmi non nisi basi ramosi, cum nodis plus minus purpurascentibus glabri, apicem usque laeves. Inflorescentia ultra vaginam summam ± longe stipitata, pauciflora, sueto medium usque interrupta cet. dense spiciformis vel basi obscure bipinnatim panniculata, linearis, e spiculis albo- et rubro-variegatis nec non nervis saturate viridibus insigniter heterochroma, usque ad 80 mm longa et 20 mm diam. metiens; axi bene angulato, scabro; ramis (si adsunt) erectis, vix ultrà 15 mm longis, e basi haud pulvinata, longe pilosa indivisis, sueto quam maxime abbreviatis in spiculas

sessiliter geminatas vel ternatas mutatis. Spiculae omnes quam pedicelli brevissimi, scabri multo longiores, quam maxime complanatae, utrinque rotundatae, typo suborbiculares, plus minus 8-florae, ad 8 mm longae. Glumae cum paleis inferioribus secus carinas optime scabrae, ovatae, late acutae, 1-nerviae, inferior ad 4, superior ad 4,5 mm longa. Paleae inferiores glumarum formâ, 5 mm metientes; paleae superiores praecedentibus bene breviores, carinis sinuatis, laevibus.

Südwest-Afrika, Okahandja (DINTER nr. 1657), Otjosazu (DINTER nr. 3260).

Eragrostis Basedowii Jedw. nov. spec. - Annua, e radicibus fibrosis paupere ramosa, patula, 0,15 m alta, gracilis. Folia culmi 1 - 2 vaginis quam internodia brevioribus, nervo medio prominulo carinulatis, cum margine glabris, laevibus; ligulis ad folii dorsum zona pilosa haud notatis, latere pilis paucis longisque patentibus ciliatis, in pilorum brevium seriem mutatis; laminis suberectis, anguste linearibus, sensim acutissimis nec apice filiformibus, tota longitudine complicatis, chartaceis, cum margine haud tuberculato glabris, laevibus, ad 40 mm longis et 1,5 mm latis. Culmi geniculatim ascendentes, subangulati, cum nodis glabri, laevissimi. Inflorescentia ultra vaginam summam breviter stipitata, pauciflora, laxiuscule divulseque 2-pinnatim panniculata, subcylindrica, apice obtusiuscula, e spicularum colore pulchre rubens, usque ad 40 mm longa et 15 mm diam. metiens mihi visa; axi recto, subangulato, glabro laevique; ramis valde abbreviatis, suberecto-patentibus, in spicularum plane sessilium glomeros paucos mutatis. Spiculae ellipticae, utrinque late brevissimeque acutae, optime complanatae, densissimae, ± 12-florae, ad 8 mm longae. Glumae ex ovato late acutae, 1-nerviae, dorso secus carinas laeves, inferior ad 2, superior ad 3 mm longa. Paleae inferiores secus carinas non nisi prope apiem minutissime scabridulae, densissime imbricatae, subellipticae, apice bene rotundatae, ad 3 mm longae; paleae superiores praecedentibus optime breviores, secus carinas longiuscule crasseque pectinatim ciliatae.

Süd-Australien, Flinders Range (BASEDOW).

Eragrostis Moritzii Jedw. nov. spec. - Annua, e radicibus fibrosis fasciculatim ramosa, ut videtur caespitosa, ad 0,2 m alta, gracilis. Folia culmi 1 - 2 vaginis internodia superantibus, haud carinatis, secus marginem pilis longis crassisque erectis conspersis; ligulis ad folii dorsum zona insigniore pilosa haud notatis, latere erecte barbatis, in pilorum brevium seriem mutatis; laminis suberectis, linearibus, sensim nec filiformiter acutis, planis, rigidulis, totis dense pilis crassis partim e tuberculis minutis ortis obtectis, usque ad 40 mm longis et 3,5 mm latis. Culmi erecti, inferne ramosi, cum nodis glabri, laeves. Inflorescentia ultra vaginam summam manifeste stipitata, subpauciflora, densiuscula, subsquarrose 2-pinnatim panniculata, e spicularum colore atro-plumbea, subpyramidalis, usque ad 80 mm longa et 30 mm diam. metiens; axi superne paullo undulato, subangulato, glabro laevique; ramis suberecto-patentibus, usque ad 25 mm longis, e basi nec pulvinata nec pilosa haud divisis, tota longitudine spiculigeris. Spiculae omnes quam pedicelli brevissimi, teretes, fere laeves multo longiores, subovatae, tumidulae, basi truncatae apice brevissime acutiusculae, densissimae, ad 5 mm longae, ± 10-florae. Glumae cum paleis inferioribus dorso secus carinam non nisi summo apice minutissimeque scabridulae, latissime triangulares, late acutae, 1-nerviae, subaequaliter ad 1,5 mm longae. Paleae inferiores subhorizontales, latissime ellipticae, latiores ac longae, apice late rotundatae, ad 2 mm metientes; paleae superiores praecedentibus multo breviores, secus carinas prope apicem minute erecteque scabridulae.

Venezuela, Merida, in der alpinen Region (MORITZ nr. 1570).

Steindruck von A. Wilutzky, Königsberg Pr.

BOTANISCHES ARCHIV

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE BOTANIK.
HERAUSGEBER DR. CARL MEZ,
PROFESSOR DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT
KOENIGSBERG.
BAND IV HEFT 5. AUSGEGEBEN AM 1. NOV. 1923.

Herausgeber: Prof. Dr. Carl Mez, Königsberg Pr., Besselplatz 3 (an diese Adresse alle den Inhalt d. Zeitschrift betreffenden Zusendungen). - Verlag des Repertoriums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49 (Adresse für den Bezug der Zeitschrift).

- Alle Rechte vorbehalten. Copyright 1923 by Carl Mez in Königsberg.

Ueber die Unter-Kreide-Flora Nordwest-Deutschlands, besonders die Flora des Barrémien von Hildesheim.

Von THEODOR LIPPS (Göttingen).

In den 1915 erschienenen Erläuterungen zu Blatt Hildesheim der geologischen Karte von Preussen sagt v. KOENEN bei Beschreibung der grossen Ziegeleigruben im Barrémien zwischen Hildesheim und Drispenstedt: "Auch in dem Ton selbst kommen Fossilien vor, aber fast stets ganz platt gedrückt, und nur Fische und Pflanzenreste, welche besonders in den mittleren und oberen Schichten öfters auftreten, sind dann besser erhalten, bedürfen aber noch einer genaueren Bearbeitung".

Die Bearbeitung der Pflanzen wurde durch das geologische Institut Göttingen, insbesondere durch die Freundlichkeit des Herrn Prof. SALFELD, dem Verfasser zugewiesen.

Die Gruben müssen schon geraume Zeit in Abbau gewesen sein. Sie wechselten ihre Bezeichnung mit ihren jeweiligen Besitzern WITTE, RASCH, BRAND u.s.w. Die Erläuterungen der geologischen Landesaufnahme sprechen besonders von der BERGMANNschen (jetzigen städtischen) und der FRANKENBERGschen Tongrube als Fundstätten der erwähnten Fossilien. Heute sind diese Gruben grösstenteils ausser Betrieb.

Das vorhandene Material verteilt sich im wesentlichen auf 4 Sammlungen, die des geologischen Instituts Göttingen, die des Römer-Museums in Hildesheim, die des Herrn Prof. PFAFF daselbst und die des geologischen Instituts Hamburg.

Überall - so seitens der Herren Prof. HAUTHAL-Hildesheim, GÜRICH-Hamburg, fand der Verfasser bei seiner Arbeit freundlichstes Entgegenkommen, bei Herrn Prof.

PFAFF sogar tätige Mithilfe und Gastfreundschaft. Allen, insbesondere auch Herrn Prof. STILLE, der u.a. das Photographieren der zahlreichen Reste ermöglichte, und Herrn Prof. SALFELD, der mich mit Rat und Tat unterstützte und in liberalster Weise seine reiche Spezialliteratur zur Verfügung stellte, sei an dieser Stelle mein herzlichster Dank ausgesprochen. Die Photographien wurden mit viel Liebe u. Geschicklichkeit fast sämtlich von Herrn Präparator JONAS am geol. Institut Göttingen hergestellt, die behufs Reproduktion notwendige kunstreiche Umzeichnung besorgte der Assistent am zoologischen Institut der Universität Königsberg, Herr Dr. L. SZIDAT.

Ausser diesem Grundstock aus den Hildesheimer Tongruben, auf den sich unsere Abhandlung in erster Linie bezieht, wurde einiges Pflanzenmaterial aus der Unterkreide, das sich noch in der Göttinger Sammlung vorfand, mit bearbeitet. Es stammt von verschiedenen Punkten Nordwest-Deutschlands. Besonders zu erwähnen ist dabei eine kleine Serie von Quedlinburg, die durch die freundlichen Bemühungen Herrn Dr. BRINKMEYERs in unsere Hände gekommen ist.

Was unserer Arbeit von vornherein einen gewissen Wert sichert, ist die speziell für die Hildesheimer Reste mögliche genaue Horizontbestimmung. Gerade für die hier inbetracht kommende Periode in nächster Nähe des grossen Wendepunktes, der mit dem Erscheinen der Angiospermen die Neuzeit in der Pflanzenwelt bringt, ist eine genaue Altersbestimmung der Pflanzenfossilien besonders wichtig.

Bedauerlicherweise ist bisher das Alter der von RICHTER nach Pflanzen durchforschten Schichten der unteren Kreide in der Umgebung von Quedlinburg, das uns hier ganz besonders interessieren muss, im einzelnen noch unsicher und unklar. Das gilt auch für unser eigenes von dort stammendes Material. Erst recht wissen wir wenig über die genaue Altersbestimmung unserer Reste von anderen Fundorten.

Da überhaupt die stratigraphische Seite der Paläobotanik stark vernachlässigt wurde, ist uns bisher die erstrebte Florenvergleichung nur in sehr beschränktem Umfange möglich. Zwei Arbeiten sind es, die dabei als Beschreibungen örtlich und zeitlich nahestehender Pflanzengesellschaften in erster Linie inbetracht kommen: SCHENK (1871) "Die Flora der nordwestdeutschen Wealdenformation" und "Die fossilen Pflanzen der Wernsforfer Schichten in den Nord-Karpathen".

Da das Wealden nach den Ergebnissen der SALFELDschen Forschungen zum weitaus grössten Teil noch zum oberen Jura gerechnet werden muss und nur mit seinen hangendsten Schichten sich in die untere Kreide erstreckt, die Wernsdorfer Schichten aber wesentlich der auf das Barrémien unmittelbar folgenden Aptstufe angehören, steht unsere Hildesheimer Flora aus dem Mittel-Barrémien zeitlich zwischen diesen beiden von SCHENK beschriebenen Pflanzengesellschaften, dabei aber der nur wenig jüngeren Wernsdorfer Flora etwas näher. - Übrigens ist "Wealden" ausserhalb Deutschlands fast nur eine Facies-Bezeichnung, die dann gelegentlich auch für höhere Unter-Kreidehorizonte Anwendung findet, wie z.B. in England. Diese Tatsache ist im folgenden stets festzuhalten.

Weitere wichtige Literatur wird im Zusammenhnag bzw. im Literaturverzeichnis erwähnt. Leider standen uns z.T. gerade die neusten Erscheinungen nicht zur Verfügung. Sie sind vor allem englisch-amerikanisch. Besonders merklich vermissen wir u.a. den Katalog der Unter-Kreide-Pflanzen des Britischen Museums (von M. STOPES).

Unsere pflanzenführenden Tonlagen bei Hildesheim fallen mit etwa 10° flach nach N.O. und schalten sich ein zwischen die Zone des *Crioceras elegans* und des *Crioceras Denkmanni* , treten auch noch auf bis in die Zone des *Crioceras pingue*. Sie entsprechen also nach der KOENENschen Gliederung genau der Grenze von unterem und oberem Barrémien, z.T. noch dem sich unmittelbar anschliessenden Horizont des unteren Ober-Barrémien. Es handelt sich um blaue Schiefertone, vermutlich Bildungen mässig tiefen Wassers. An tierischen Resten finden sich darin ausser den bereits erwähnten Fischen ganz flach gedrückte Cephalopoden, auch Schnecken und Ostrakoden-Schälchen.

Nicht weit südöstlich lag im Gebiete des heutigen Harz damals die Küste. Dieser entlang finden wir das Barrémien im wesentlichen durch Sandstein vertreten. Land, wenngleich geringeren, mehr insularen Umfangs, lag aber ohne Zweifel der

Einbettungsstelle unserer Reste noch viel näher als der Harz. Im Fortstreichen von dessen Längsaxe erstreckte sich vermutlich eine schmälere Halbinsel oder eine Reihe von Inseln nordwestwärts in die Hildesheimer Gegend hinein. Da mögen unsere Pflanzen irgendwo gelebt haben, vielleicht kaum einige Kilometer, vielleicht gar nur wenige hundert Meter von der Stelle, wo wir sie heute begraben finden.

Die Wahrscheinlichkeit ist gross, dass in jenen Hildesheimer Barrémien-Tonen noch manches gute Stück, vielleicht noch manche Überraschung geborgen liegt. Sollten die Gruben wieder besser aufgeschlossen werden, so wird darauf zu achten sein.

Aussergewöhnlich glückliche Bedingungen für die Erhaltung von Pflanzenresten müssen damals in der benachbarten Gegend von Quedlinburg bestanden haben, obwohl das dort meist sandige Bettungsmaterial einer guten Konservierung weniger günstig ist als unsere Hildesheimer Tone, in deren Schutzhülle sogar mikroskopische Einzelheiten bewahrt bleiben konnten. Wahrscheinlich lag bei Quedlinburg eine grössere Bucht mit nur mässig breiter Verbindung mit dem offenen Meer und stillem, seichtem Wasser. Gelegentlich scheinen hier im Dünensand gewachsene Pflanzen sogar an Ort und Stelle erhalten geblieben zu sein. - Die Quedlinburger Funde können als eine schätzenswerte Ergänzung unseres Bildes von jener Unter-Kreide-Flora dienen, soweit es uns nur auf eine ungefähre Gleichzeitigkeit ankommt.

Die reichen paläobotanischen Schätze, die Prof. P. B. RICHTER in Quedlinburg aus der gesamten Kreide der Gegend zusammengebracht, und von denen er erst einen kleinen Bruchteil beschrieben hatte, sind leider nach seinem Tode nach Schweden verkauft worden. -

Während wir im beschreibenden Teil systematisch anordnen, lassen wir zum Überblick eine Tabelle vorausgehen, auf der die Stücke nach Fundorten zusammengestellt sind:

A. Erhaltung in Ton.

Aus dem Barrémienton von Hildesheim:

Matonidium cf. Göppertii Schenk
Hausmannia Kohlmanni Richter
Weichselia Stiehler
Zamiophyllum Buchianum (Ett.) Nathorst
Dioonites Dunkerianus (Miq.) Göppert
Otozamites sp. cf. Heneggeri Schenk
Podozamites sp. cf. affinis Schenk
Podozamites vallisnerioides n. sp.
Podozamites longifolius n. sp.
Baiera (?) Salfeldi n. sp.
cf. Eolirion primigenium Schenk
Frenelopsis Heneggeri Schenk
Brachyphyllum sp. cf. fastigiata Heer
Sequoia sp. cf. Sphenolepidium Sternbergianum.
Sequoia sp. cf. fastigiata Heer.
Sequoia cf. delicatula Fontaine
cf. Cyparissidium gracile Heer
Williamsonia cf. infracretacea (Schenk) Schuster
Widdringtonia Reichii (Ett.) Velenowsky
Männl. ? Fruktifikation incertae sedis.

Aus dem Ton des unteren Aptien von Dörnten:

Weichselia Stiehler.

B. Erhaltung in Sandstein.

Von Quedlinburg.

Matonidium (?) Sammlung Brinkmeyer
Laccopteris Dunkeri Schenk ("Oberneokom, Barrémien, vom Langen Berg")
Weichselia, z.T. Exemplare aus Samml. BRINKM., z.T. "coll. WITTE. Unter-Quader-Sandstein Langenberg".
Zamiophyllum Buchianum *Samml. Brinkm.*
Cylindrites spongioides Göppert " "
Bennettiteenfruktifikation (zu Cylindrites?) *Samml. Brinkm.*
Cykadeenfruktifikation cf. Ceratozamia etc. " "
Cycadospermum sp. " "
Fruktifikation incertae sedis " "
Feistmantellia Göpperti sp., " "

Heidhornberg bei Iburg, Neokomsandstein.

Gleichenia sp. cf. longipennis Heer

Hohnsberg bei Iburg (ANDREE leg.).

Laccopteris Dunkeri Schenk
Matonidium Göpperti Schenk
Sagenopteris neocomiensis Hos. u. v. d. Marck.

Borgberg, Steinbruch nördl. Schönhof (HAACK leg.):
Weichselia Stiehler *cf. Sagenopteris Mantelli Schenk*
Steinbruch von HAUSMANN (HAACK leg.).
Desmiophyllum sp. (Lesq.) Solms-Laubach (= Ctenopsis Berry sp.).
Bielefeld, Steinbruch 400 m westl. vom Dreikaiserturm,
(unt. Barrémien nach KANZLER 1920, Geol. d. Teutob. Waldes.)
Zamiophyllum Buchianum (Ett.) Nathorst.

BESCHREIBUNG DER ARTEN.

MATONIDIUM cf. GÖPPERTII Schenk.

Matonidium Göppertii, SCHENK, Flora d. nordwestd. Wealdenformation S. 220, Tafel 27, 28, 30.

a) 2 Exemplare (1 steriles, 1 fertiles) aus dem Barrémienton von Hildesheim.
b) 1 Exemplar (wenig deutlich) aus dem Kreidesandstein von Quedlinburg.
c) 1 Exemplar (und Gegenplatte) aus dem Kreidesandstein von Hohnsberg b. Iburg.
(Fig. 1 u. 2.)

Fig. 1. *Matonidium cf. Göpperti.* 7:10.

Aus einem fast vollständig erhaltenen Wedel von Hildesheim (Fig. 1) fehlen die Enden der Segmente. Die typische Blattnervatur deutlich sichtbar. Die Fiederchen münden auf der Vorderseite ihrer Segmentspindel, einen Streifen von dieder als Längsrinne freilassend.

Dem *Matonidium Göpperti* kommt unser Fossil sehr nahe, doch ist es damit nicht identisch. Die Unterschiede sind nicht als individuell anzusehen.

Die Zahl der Segmente, an den ältesten Individuen unter SCHENKs Material nur bis 14, beträgt in unserm Fall jedenfalls 22, vielleicht 24 oder mehr.

Weiter sind die Segmente etwa radiär um ihren Anheftungspunkt so angeordnet, dass nur zu beiden Seiten des Wedelstiels selbst eine Lücke bleibt. Dabei ist eine ursprünglich 2-teilige Anlage des Wedels noch zu erkennen daraus, dass die Basen der einzelnen Segmente miteinander zu einer Art von kleinem, nach rückwärts offenem Hufeisen verschmelzen. - Beim typischen *Matonidium Göppertt* ist eine Zweiteilung des Wedels kaum bemerkbar, die weniger zahlreichen Segmente sind alle vom Stiel aus gesehen ± vorwärts gerichtet. Das Blatt von *Matonidium Göppertt* war so insgesamt mehr lang als schmal; unser eigenes ist verhältnismässig breiter.

Ein fruktifizierendes Exemplar aus der Denkmanni-Zone von Hildesheim (Fig. 2) stellt den Scheitel eines Segments dar. Mit der Oberseite nach oben orientiert. Aber das Epidermgewebe der Oberseite ist ziemlich beseitigt, sodass die auf der physiologischen Unterseite stehenden Fruchthäufchen sichtbar werden. Auf jeder Seite der Mittelader jeden Fiederblättchens in geschlossener Reihe etwa 7 - 8 Soren, ähnlich wie bei SCHENKs Exemplaren aus dem Wealden. Doch sind sie rund, bei *Matonidium Göppertt* ± oval. SEWARD erwähnt 1899 das gelegentliche Auftreten rundlicher Soren statt der häufigeren ovalen Form für *Matonidium* im weiteren Sinn. Leider unterrichtet er uns nicht darüber, ob runder und ovaler Sorentyp gleichzeitig auftritt oder zeitlich und örtlich getrennt.

Fig. 2. *Matonidium Göppertt*. 2:1.

Sonstiges Vorkommen von *Matonidium Göppertt*:

Unt. Oolith Englands
Wealden Englands u. Nordwest-Deutschlands
U. Kreide von Quedlinburg (RICHTER)

Dagegen aus den Wernsdorfer Schichten nicht bekannt.

Kreide von Almargem in Portugal.

In Amerika unter der Bezeichnung "*Matonidium Althausii*": U. Kreide Californiens;
Schichten unter dem Dakotasandstein der Black Hills.

Ob alle diese Reste genau derselben Art angehören, ist doch wohl nicht ganz sicher.

Eine merklich abweichende Form hat KRASSER als "*Matonia Wiesneri*" aus dem Cenoman Mährens bekannt gemacht.

Obgleich alle Wahrscheinlichkeit dafür spricht, dass wir in der *Matonia* von heute einen Nachkommen von Farnen erblicken müssen, die wichtige Charakterpflanzen in den europäischen und amerikanischen Jura- und Unter-Kreide-Floren bildeten, werden wir doch schwerlich *Matonia pectinata* einfach als geradlinige Weiterentwickelung von *Matonidium* auffassen dürfen. Zeigt doch ein mehr ins einzelne gehender Vergleich der verschiedenen Formen, dass bei ihnen teils primitivere, teils fortgeschrittenere Merkmale in verschiedener Weise kombiniert waren. Das mag übersichtlich die Tabelle auf der folgenden Seite zeigen.

Diskussion dieser Tabelle: 2 Masstäbe stehen uns zur Beurteilung der verschiedenen Formen zur Verfügung:

1. Die Zahl der Soren (bzw. der Sporangien in den Soren); 2. Der Wedelaufbau.

Ad 1. - Nach Analogie anderer Entwickelungsreihen nehmen wir an, dass die Verminderung der Zahl der Soren und der Sporangien in den Soren einer fortgeschrittenen Stufe entspricht - die Form der Soren ist sekundär eine Folge ihres dichteren oder lockereren Standes.

ad. 2. - Die eigenartige äusserlich an unsern *Helleborus* erinnernde Architektur des Blattes müssen wir wohl auffassen als entstanden durch wiederholte Dichotomie, wobei stets der innere Gabelzweig, zur Seite gerückt und stark verlängert,

Vergleichende Tabelle zu *Matonidium – Matonia*.
Relativ primitive Ausbildung eines Charakters einfach, relativ fortgeschrittene punktiert unterstrichen.

	Matonidium Göpperti s.str. Jura-Weald	*Matonidium* sp. *cf. Göpperti.* Barrémien von Hildesheim	*Matonia Wiesneri* Cenoman	*Matonia pectinata.* rezent
Zahl der Sori auf den einzelnen Segmenten	gross	gross	gering	gering
Form der Sori	meist oval (weil dicht sich drängend)	rund	kreisrund (weil entfernt stehend)	kreisrund (weil entfernt stehend)
Zahl der Sporangien in den Soren	relativ gross (15 - 20)	?	relativ gering (meist 6)	relativ gering (5-10, meist 6)
Dichosympodialer Aufbau	undeutlich	deutlich	undeutlich	sehr deutlich
Dütenbildung	Nicht mehr möglich, weil bereits mit anderer Tendenz spezialisiert (Segmente alle ± vorwärts gerichtet)	vorhanden	vorhanden	noch nicht vorhanden

die Fiederspindel darstellt, während der entsprechende äussere kurz bleibt, aber viel kräftiger wird und ein Glied eines eigentümlichen, die primären Gabeläste des Petiolus fortsetzenden Sympodiums bildet ("pedate" Blattform). Denkt man sich nun dieses mehr und mehr gestaucht und verkürzt, so scheinen schliesslich die Segmente von einem einzigen Punkt, dem Ende des Wedelstiels selbst, zu entspringen. Sie sind dabei über ein Feld von wesentlich mehr als 180 Bogengrad verteilt, so können sie leicht, indem sie vom Anheftungspunkt aus rings ein wenig aufsteigen, eine flache Düte bilden.

Konstruieren wir uns aufgrund dieses Bauplanes eine hypothetische Urform (Fig. 3), so kommen wir zu einem überraschenden Resultat: Unsere heutige *Matonia pectinata* steht ihr weitaus am nächsten: ihr dichotomer Aufbau ist noch völlig evident, die beiden Äste des "Hufeisens" sind noch nicht zusammengebogen, im Gegensatz zu unserm Stück aus der Unterkreide. Allerdings weist die Reduktion der Soren und der Sporangien in den Soren auf höheres Alter der Form hin. Doch die *Matonia Wiesneri* des Cenoman zeigt diese Reduktion auch schon. Gehen wir von diesem Charakteristikum aus, so erhalten wir, der Zeitfolge des geologischen Auftretens entsprechend, eine kontinuierliche Reihe: Bei der älteren Form, dem schon im Jura vorhandenen *Matonidium Göpperti*, stehen die Soren so gedrängt, dass sie ovale Gestalt annehmen. Und entsprechend ist die Zahl der Sporangien in den Soren sehr gross. Auch unsere Form aus dem Barrémien zeigt noch reiche Produktion von Soren, wenn sie sich auch gegenseitig nicht mehr drücken. Aber schon im Cenoman

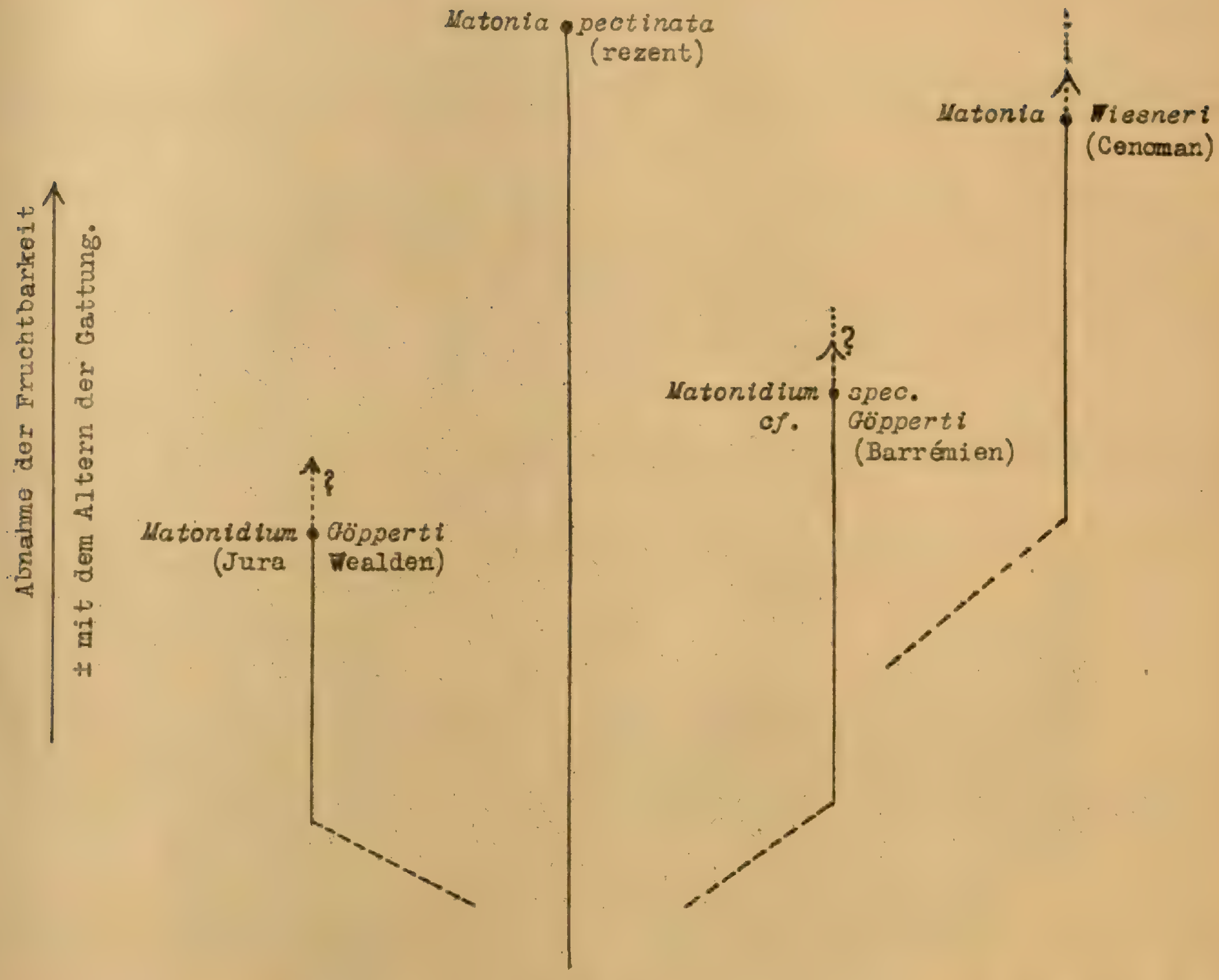


Fig. 3. Schematischer Rekonstruktionsversuch einer Entwickelungsgeschichte der Matonien aus der Gruppe der *Matonia pectinata*

ist dann das Endstadium in der Reduktion erreicht.

Ganz hypothetisch liesse sich die Sache etwa auf folgende Formel bringen (wobei wir *Mentonia sarmentosa* ganz aus dem Spiele lassen):

Die primitive Form des *Matonia*-Stammes hat sich in der *Matonia pectinata* bis heute erhalten; nur dass in der sexuellen Sphäre eine Reduktion eingetreten ist. - Von jener primitiven Linie sehen wir 2 Seitenlinien abzweigen: zuerst die, welche zu *Matonidium Göpperti* s. str. führte. Die Sexualproduktion war hier noch sehr stark, aber früh wurde hier im Bauplan eine weitgehende Spezialisierung erreicht: die ursprüngliche Dichotomie kam fast spurlos zum Verschwinden, die Segmente, relativ gering an Zahl, reduzierten sich auf den Sektor, der in direkter Verlängerung des Blattstiels lag. Dieser Seitenzweig ist erloschen.

Eine zweite Seitenlinie führte über unsere Hildesheimer Form zu *Matonia Wiesneri* (dass die beiden im unmittelbaren Deszendenzverhältnis stehen müssen, ist damit nicht gesagt): Das "Hufeisen" bildete sich, und gleichzeitig trat die Tendenz hervor, die Segmente rings im Kreis anzuordnen. Mit *Matonia Wiesneri* ist das Ziel

erreicht, wobei nun auch hier durch Zusammenstauchung der ursprünglichen Gabeläste die Dichotomie fast ganz verwischt ist. Da *Matonia Wiesneri* ausserdem die sexuelle Reduktion erfahren hat, stellt sie in doppelter Hinsicht einen Endtypus dar, sie ist die "fortgeschrittenste" unter diesen verschiedenen Formen. - Eine Eigentümlichkeit der letzterwähnten Seitenlinie ist die Dütenbildung; bei *Matonidium* kann sie schon im oberen Jura n i c h t m e h r eintreten, während sie bei der rezenten *Matonia pectinata* n o c h n i c h t eingetreten ist.

Unser Fall zeigt also - im allgemeinen freilich in hypothetischer Form - statt schematischer "Höherentwickelung" ein recht verwickeltes Bild phylogenetischen Werdens; und zwar überlebt gerade das Primitivere.

LACCOPTERIS DUNKERI Schenk.

SCHENK, "Flora d. nordwestdeutsch. Wealdenform" Taf. XXIX, Fig. 3 - 5.

a) 2 kleine Restchen aus dem Unterkreidesandstein von Hohnsberg bei Iburg;

b) 2 Stücke, davon eines mit mehreren Abdrücken, aus dem Neokom-Sandstein des Langenberges bei Quedlinburg. - Fig. 4 und 5.

Die Reste unter a) beweisen das Vorkommen der Art noch über das Weald hinaus

Fig. 4. *Laccopteris Dunkeri* 1 : 3.

Fig. 5. *Laccopteris Dunkeri* 1:2.

im Neokom Westfalens; vergl. auch nach HOSIUS und v.d. MARCK: Lämmershagen bei Oerlinghausen im Neokomsandstein.

Von den Quedlinburger Stücken zeigt das eine (Fig. 4) den Abdruck der Unterseite eines Wedelsegments. Beachtenswert daran ist die tiefe von der Spindel herrührende Rinne sowie die Rinnen, die die kräftigen Mitteladern der Blättchen hinterlassen haben; ferner die bei den Blättchen hervortretende Tendenz zu lockerer Dachziegel-Stellung. Das ganze Stück erinnert habituell auf den ersten Blick an Cykadeenreste. Auf die daraus entspringende Verwechselungsmöglichkeit ist bereits von VELENOWSKY aufmerksam gemacht.

Der grössere Gesteinsblock von Quedlinburg enthält Spuren von walzenrundem Rhizom, augenscheinlich mit den Blattresten zusammengehörig. Das weist hin:

1. auf die kriechende Lebensweise der Pflanze,
2. auf die Einbettung an Ort und Stelle ihres Wachstums.

Laccopteris Dunkeri gehört also wahrscheinlich mit *Weichselia, Cylindrites* u.s.w. zur biologischen Lebensgemeinschaft der unterkretazischen Dünenflora von Quedlinburg.

Die Hauptansicht des Blockes (Fig. 4) gibt ein treues Habitusbild eines ganzen lebenden Wedels, und zwar im Negativ der Oberseite: Mindestens 12 Segmente

bilden um ihren gemeinsamen Anheftungspunkt eine flache Düte. Die einzelnen Blättchen erreichen nach einem andern Abdruck der gleichen Platte bis 5 cm Länge oder noch mehr. Nur gegen die Basis jedes Segments, etwa auf einer Strecke von 4 cm, werden die linealen Fiederblättchen durch ganz kurze (2 - 3 mm lange), vorn halbkreisförmig abgerundete Läppchen ersetzt. Diese besassen stark zurückgebogene Ränder und ergeben daher im Abdruck fast halbkugelförmige Vertiefungen. Umrollung der Ränder bzw. Aufwölbung der Blattflächen beiderseits der Mittelader beobachtet man auch an den längeren Fiederblättchen; daher Hervortreten der Mittelader auf der Unterseite des Blättchens, oberseits eine Rinne. Untereinander waren sie wohl meistens ganz unten ein wenig verwachsen. Die beiderseitigen Blättchenreihen münden so in die Vorderseite ihrer Segmentspindel, dass zwischen ihnen eine rundliche Leiste bleibt, mindestens in der stärkeren basalen Partie der Segmente. Gesamtlänge der Teilfiedern nicht erhalten. Jedenfalls handelt es sich um einen gegenüber dem zierlichen *Matonidium* recht kräftigen Wedel. Der fehlende Stiel ist in Verlängerung der Düte ergänzt zu denken. - Unsere *Laccopteris*-Reste bieten sonach ein in vieler Hinsicht interessantes Gesamtbild der Pflanze, obwohl feinere Einzelheiten der Struktur in dem groben Sandstein nicht erhalten sind (ein Stückchen vom Hohnsberg zeigt die bekannte Aderung).

Laccopteris Dunkeri war bisher unseres Wissens aus dem Neokom von Quedlinburg nicht nachgewiesen. Von Hildesheim und aus den Wernsdörfer Schichten nicht bekannt.

Weitere Vorkommen: Engl. Weald (SEWARD); Bernissartien (SEWARD); Perucer Schichten Böhmens (VELENOWSKY).

Nächst verwandt, z.T. vielleicht identisch:

'Andriania baruthiana' von Steiersdorf i. Banat (unt. Lias; ANDRÄS Bestimmung als *Andriania* nach GOTHAN 1914 falsch; kann also wohl nur *Laccopteris* sein).

?Carolopteris aquensis Deb. u. Ett. Kreide von Aachen (Senon).

Reussia pectinata Klin'scher Sandst. Russlands.

Laccopteris pulchella . Untere Kreide von Almargem i. Portugal.

SEWARD erklärte 1900 in vorsichtiger Form die 3 Gattungen *Microdictyon, Phlebopteris, Laccopteris* für Synonyme. Darnach besitzt *Laccopteris Dunkeri* in der U.-Kreide-Flora Quedlinburgs noch nächste Verwandte. Denn RICHTER erwähnt von dort *Phlebopteris dubia n. sp.* und *Microdictyon regale n. sp.* - Oder sollte eine dieser Formen mit unserm Fossil ganz identisch sein?

HAUSMANNIA KOHLMANNI Richter.

RICHTER, Flora der untern Kreide Quedlinburgs I, 1906.

1 Exemplar, Barrémienton von Hildesheim.

Definition der Gattung vergl. SEWARD, Fossil Plants II, 1910.

Unser Exemplar offenbar die Hälfte eines aussergewöhnlich tief, bis zum Grunde gespaltenen Blattes; von der andern Hälfte gerade an der basalen Verwachsungsstelle der beiden Teile ein winziges Endchen vorhanden. Von Nervatur nur geringe Spuren. - Von RICHTERs Abbildungen mehrere unserm Stück sehr ähnlich (so Taf. I, Fig. 10 u.s.w.).

Nach RICHTER *Hausmannia Kohlmanni* am Strohberg und Hinterkley bei Quedlinburg.

Aus den Wernsdorfer Schichten keine *Hausmannia* bekannt.

Im nordwestdeustchen Weald nach SCHENK *Hausmannia dichotoma Dunker*, die neben *Hausm. Kohlmanni* gleichfalls in der Unterkreide von Quedlinburg zuhause ist.

WEICHSELIA Stiehler.

Weichselia Ludovicae Stiehler 1858, Palaeographica V, S. 75, Taf. XII, XIII.
Lonchopteris recentior Schenk, Flora d. Wernsd. Schichten, Taf. I, Fig. 2 - 6.
Asplenites Klinensis Trautschold, der Klin'sche Sandstein (Moskau 1870) S. 21.
Weichselia Ludovicae, bei HOSIUS u. v.d. MARCK S. 207, Fig. 187 - 189.
Weichselia Mantelli Seward 1894, Wealden-Flora I, S. 114, Taf. 10, fig. 3.

NEUMANN, Beiträge zur Kenntnis der Kreideformation in Mittel-Peru in Neu. Jahrb. 1907, Beilagebd. XXIV.

SEWARD, Fossil plants II (1910) S. 494.
Weichselia reticulata (Stokes u. Webb) Gothan 1910, Abbildungen u. Beschreibungen fossiler Pflanzenreste Lief. VII.
BOMMER, Bull. Soc. Roy. Bot. Bruxelles 1910.
a) mehrere Stücke aus dem Neokomsandstein v. Quedlinburg;
b) ein Stückchen vom Borgberg,
c) umfassendes Material a. d. Barrémienton v. Hildesheim.
d) ein Stück aus dem Ton des Aptien von Dörnten.
Unsere Abbildungen: Fig. 6 - 15.

Weichselia erforderte eine Neubearbeitung im Rahmen einer Monographie.

Als Ausgangspunkt dient hier die Arbeit BOMMERs (1910). Nach GOTHAN (1921, Lehrb.) bleibt die systematische Stellung von *Weichselia* noch immer unsicher.

Fig. 6. *Weichselia.* Röm-Mus. 1 : 3,5.
(Typ A)

Fig. 7 4 : 1

Fig. 8. 4 : 1.

Das *Weichselia*-Material von Hildesheim verdankt seinen Wert vor allem der kohligen Erhaltung in Ton, während die sonstigen deutschen Reste in der Regel dem Sandstein entstammen.

Fig. 9. *Weichselia.* Röm.-Mus.; nat. Gr. (Typ A)

Ganz allgemeines Gesamtergenbis: Während SEWARD 1894 die sämtlichen zu *Weichselia* zu zählenden Reste in einer Art vereinigt und GOTHAN 1910 sich ihm angeschlossen hatte, müssen wir durchaus den von BOMMER wahrgenommenen Polymorphismus bestätigen. Dabei gehen die Formen so ineinander über, dass es vorläufig nicht möglich ist, einzelne Arten klar herauszuschälen Es ist daher auf Aufstellung neuer Arten verzichtet, dagegen sind einzelne Extremtypen herausgehoben.

Besonderes Interesse besitzen folgende Stücke:

Fig. 10. *Weichselia*, fruktifizierend. Rö.-Mus. 5,7:10.

Fig. 11. *Weichselia*. 14:10.

Fig. 12. *Weichselia*. 7:1.

1. ein Wedel im Besitz des Römermuseums (Typ A),

2. ein Wedel im Besitz von Prof. PFAFF (Typ B),

3. ein Wedel des Hamburger geol. Instituts (Typ C),

4. ein fruktifizierender Wedel aus dem Besitz des Römermuseums und ein fruktifizierendes Stück in der Sammlung PFAFF. Schöne Wedel verschiedenen Typs besitzt besonders Herr Prof. PFAFF.

Kleinere Restchen. - Sie sind ziemlich reichlich vorhanden, z.T. sehr dickblättrig. Zeigen bisweilen die Netznervatur recht schön (vergl. Fig. 12, Vergrös-

serung eines aus dem Ton ganz freigelegten Stückchens). Sehr mannigfaltig im einzelnen Form und Grösse der Fiederblättchen, wie das bereits da und dort von den Autoren beschrieben. - Wie widerstandsfähig das Gewebe war, wird daraus ersichtlich, dass selbst einzelne Blättchen in den Tonen konserviert werden konnten, vielleicht erst nach weiterer Verschwemmung und längerer Mazerierung.

Als neu hervorzuheben: 1. Es finden sich unter den Blättchen ganz vereinzelt solche, die ihre grösste Breite nicht an der Anheftungsstelle besitzen,

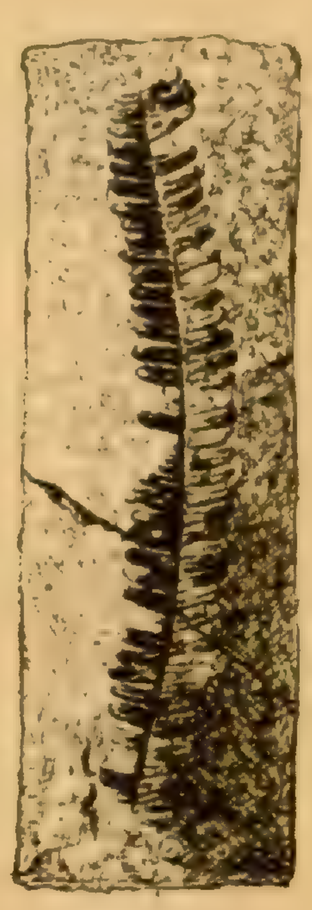


Fig. 13. *Weichselia*.
5,4 : 10.

sondern aufwärts löffelartig verbreitert sind. Vgl. dazu die weitere Abhandlung!

2. Die bekannte "Schmetterlingsstellung" der beiden Fiederchenreihen zueinander kommt auch bei Erhaltung in Ton vor. GOTHAN glaubt sie im allgemeinen auf Sandsteinmaterial beschränkt und erklärt sie durch Austrocknung. Es kann dies aber nur eine Funktion primärer Lebens- und Wachstumsvorgänge der Pflanzen sein.

Fig. 14. *Weichselia*; geol. Inst. Hamburg. 3,7:10.

Die grossen in Ton erhaltenen Stücke.

Typ A.

Wedel des Römermuseums (Fig. 6, 9). - Reverslage vermutlich obere Partie eines ± grossen Wedels. Wichtige Beobachtungen an diesem Stück: 1. Die Hauptspindel hat an ihrer Oberseite eine hohle Rinne gebildet.

Typ C.

2. Die Sekundärspindeln münden mit einer kurzen Verdickung in die Rachis.

3. Die sehr dünnen Blättchen (keine Schmetterlingsstellung!) zeigen die Netznervatur wie Mazerationspräparate z.T. in wunderbarer Klarheit (Material etwas

bräunlich). - Wesentlich ist dabei die Erkenntnis: Die Sichtbarkeit der Netznervatur ist einzig dem günstigen Erhaltungszustand zu danken. Wegen ihrer grossen Feinheit und wegen ihrer gleichmässigen Verteilung auf die ganze Blattfläche muss sie sich in der Regel bei so dünnen Blättchen dem Auge entziehen, während sie bei dickblättrigen Formen viel eher Gelegenheit fand, sich im Blattrelief wiederzuspiegeln.

4. Die beiden basalen Fiederblättchen jeder Sekundärspindel besitzen, von der typischen *Weichselia*-Form abweichend, ihre grösste Breite nicht an ihrer Anheftungsstelle, sondern schwellen von ihr aus etwas eiförmig an (im ganzen etwas löffelförmig). Ausserdem sind sie etwas grösser als die normalen Fiederblättchen und greifen schräg rückwärts auf die Hauptspindel über. An den zunächst über diesen basalen Blättchen folgenden vollzieht sich der Übergang zu den normalen Fiederchen allmählig.

Dass dieser Charakter bei *Weichselia* so lange übersehen wurde, ist begreiflich, zumal bei Sandsteinmaterial.

Solche Basalblättchen treten auch sonst auf, z.B. im Paläozoikum, und heute in der Gleicheniaceen-Gruppe.

Unser Stück vom Typ A bildet den Schlüssel für

Typ B.

Wedel in Reverslage (Platte aus 3 Teilen). Augenscheinlich ganz bedeutende Dimensionen, vermutlich grösstes Stück der Gattung. Vorhanden der basale Teil. - Auffallendste Charaktere:

1. Gabelung des Wedels;
2. Grosse, eigenartige Aphleboidbildung zwischen Gabelstelle und Unterende der Befiederung.

Länge des erhaltenen Fusstückes unterhalb der Gabelung 5 cm, Breite 3,5 - 4 cm. Länge des erhaltenen Stückes der linken Spindelgabel 70 cm, Breite unten 2 cm. Länge des erhaltenen Stückes der rechten Spindelgabel 68,5 cm, Breite unten 3 cm.

Der Gesamtwedel dürfte eine Länge von mindestens 2 m erreicht haben, wahrscheinlich mehr. Das Fusstück ist nicht gefiedert. An seinem untern Ende ist es leicht gegen den Beschauer zu aufgebogen. Unter Berücksichtigung der Reverslage kann man daraus schliessen, dass der Wedel von seiner Anheftungsstelle aus etwas rückwärts gebogen war.

D i e A p h l e b i e n b i l d u n g . - Sie liegt auf der im ganzen etwa 25 cm langen Zwischenstrecke zwischen Gabelung und Beginn der Befiederung auf beiden Seiten beider Gabeln als kontinuierlicher, etwa 5 cm langer Randsaum (nicht überall deutlich!). Stärker markierte Nerven bemerkt man darin nicht. Lauter feine, parallele Linien steigen vom Spindelrand aus erst aufwärts, dann abwärts, dann in etwas schärferem Bogen wieder aufwärts. Aussenrand des Gebildes nicht zu erkennen. Die einzige Spur einer Gliederung besteht darin, dass sich in Abständen die Substanz als flache, zur Spindel senkrechte Welle etwas emporhebt, am deutlichsten in der Nähe der Spindel. (Etwa Verschmelzung zyklopteris-artiger Bildungen?)

Fig. 15. *Weichselia*. 1 : 2.

zu Typ D.

Prof. PFAFF besitzt noch ein gesondertes, nunmehr mit dem Bruchstück einer Rachishälfte verbundenes Exemplar solch' einer Aphlebie. Deren Breite ist 5,5 cm. Hier ist die kohlige Substanzlage viel dicker. Sie hat sich in 2 übereinander liegende Schichten aufgelöst, und aus dem Innern vermag man zahlreich die münzförmig abgeplatteten *Weichselia*-Sporangien zu isolieren. In diesem Falle waren also die Aphlebien handförmig zusammengelegt und hüllten zwischen sich einen wohl noch nicht ganz entwickelten fruktifizierenden Wedel ein.

Die Rolle der Aphlebien scheint, wie wir aus unsern beiden Stücken schliessen müssen, zunächst in schützender Umhüllung des sich entwickelnden Wedels (steril wie fertil) bestanden zu haben. Sie blieben jedoch nach Erledigung dieser Aufgabe auseinandergeklappt beiderseits der Spindel noch stehen.

Vergleichsfälle aus der Gegenwart scheinen ganz zu fehlen. Bei den basalen Stipeln einer lebenden Marattiacee, wie *Angiopteris*, handelt es sich um etwas ganz anderes. Aber auch im Mesozoikum kennt man ± vergleichbare Fälle nicht eben zahlreich. Häufiger sind sie im Palaeozoikum. Auffallend war uns z.B. die Ähnlichkeit mit einem eigenartigen Phyllom, das STUR abbildet (Flora d. Schatzlarer Schichten) und als zu seiner *Howlea Miltoni* gehörig betrachtet. Erwähnenswert ist endlich noch als Vergleichsobjekt *Odontopteris minor* aus den Ottweiler Schichten, wo ebenfalls ein gabeliger Wedel Aphlebien trägt. Diese sitzen jedoch grösstenteils unterhalb der Gabelung und zwar je 3 bis 4 getrennt nebeneinander. (Vergleiche GOTHAN, Lehrb. S. 97; auch *Neuropteris heterophylla*, Fig. 89; beides Pteridospermen) - Keiner der Vergleichsfälle ist auch nur annähernd mit dem unsern identisch.

E i n l e n k u n g d e r S e k u d ä r s p i n d e l n i n d i e H a u p t s p i n d e l . - Die Sekundärspindeln nehmen bei älteren kräftigen Stücken an der Vorderseite ihren Ursprung, leicht von den Rändern gegen die Mittellinie hereingerückt, zu beiden Seiten der flachen Mittelrinne. Bei Reverslage sehen wir daher den Rand der Rachis über die Reihe der Anheftungspunkte übergreifen. Die Basen der Sekundärspindeln waren analog unserm Typ A etwas verdickt. Die Gefässbündel-Säulen der eingetretenen Seitenspindeln lassen sich merkwürdigerweise auch noch innerhalb des von der Hauptspindel hinterlassenen flachen Kohlenbandes in Form kleiner, senkrecht zur Schichtenfläche stehender Zylinderchen stellenweise unterscheiden.

Der übrige Aufbau von Typ B lässt sich zum Teil noch besser als an dem gegabelten Stück an einem weiteren Wedel studieren. Gleichfalls in Reverslage; Gesamtlänge 43 cm. Seitenspindeln, in mindestens 20 cm Länge erhalten, stehen mit ca. 1 cm Abstand in wenig spitzem Winkel zur Rachis. Letztere ca. 1 cm breit. - Offenbar eine der Basis weniger nahe, oberhalb der Gabelung gelegene Partie eines entsprechenden Wedels.

D i e F i e d e r b l ä t t c h e n .lassen an unsern beiden Stücken abgesehen von dem nicht besonders markanten Mittelnerv keine Nervatur erkennen. Die Zugehörigkeit zu *Weichselia* ergibt sich trotzdem einwandfrei durch Vergleich mit Typ A. Blättchen gleichfalls verhältnismässig dünn, daher Unsichtbarkeit der Netznervatur nicht befremden kann.

Vorhanden sind die löffelförmigen, rückwärts greifenden Basalfiederchen der Sekundärspindeln. Nur geht dieser Charakter im Vergleich mit Typ A noch etwas weiter an den Sekundärspindeln aufwärts, gleichzeitig verbunden mit dachziegeliger Deckung der Ränder.

Der ganze Habitus der Stücke, der Charakter der Sekundärspindeln und ihre bereits erwähnte Art der Einmündung, ist durchaus typisch für *Weichselia*. Die Beweiskette schliesst sich durch das Vorkommen der entsprechenden Aphlebienbildung an den gegabelten Wedeln wie in Zusammenhang mit den von BOMMER für *Weichselia* in Anspruch genommenen Fruktifikationen.

Identisch jedoch sind Typ A und B jedenfalls nicht - man müsste denn eine ganz ausserordentliche Variationsbreite in der Beblätterung der gleichen Pflanze annehmen (etwa nach jugendlichem und erwachsenem Stadium, Basis und Scheitel der Wedel). Abgesehen von den Unterschieden in Form und Stellung der Blättchen sind die von Typ B nicht unerheblich grösser als die von A (mindestens bis 9 mm Länge, also mindestens 50% länger und entsprechend grösser werdend).

Folgerungen: Unsere Beobachtungen bestätigen den von BOMMER bereits bemerkten Polymorphismus. Andererseits können wir die speziellen Angaben dieses Autors ausdrücklich einschränken und ergänzen: BOMMERs und RICHTERs *Weichselia* mit pedatem Aufbau müssen wir eine Form mit grossen Gabelwedeln und eigenartigen Aphlebien entgegenstellen (Typ B).

Typ C.

Vergl. Exemplar des geol. Instituts Hamburg (in Reverslage), unsere Fig. 8. Steht in ziemlich starkem Gegensatz zu Typ B: relativ lange, schmale Fiederblättchen. Vielleicht identisch mit NATHORSTs *Weichselia erratica* (?). Übrigens hatte bereits SCHENK unter "*Lonchopteris recentior*" bei Hinweis auf Material aus dem englichen Wealden von "längeren, etwas sichelförmig gekrümmten Segmenten" gesprochen. Hierher zu ziehen wäre dann auch das Exemplar, das HOSIUS u. v.d.MARCK als bis dahin grösstes aus dem Neokomsandstein des Teutoburger Waldes abbilden. Unsere eigenen Exemplare sind freilich weit grösser und besser. Sie erlauben einwandfrei den Nachweis der Netznervatur (Fig. 8). Auch hier die typischen Basalblättchen. Die an sie anschliessenden Fiederblättchen sind um eine Kleinigkeit kürzer, stumpfer und dichter gedrängt als die denn folgenden, für diesen Typ charakteristischen. Dieselben verschmälern sich von ihrer Basis etwas gegen oben, scheinen infolge dessen weniger dicht zu stehen und lassen eine Andeutung sichelförmiger Krümmung erkennen. Gegen den Scheitel der Sekundärspindeln zu verschmälern sie sich an dem Hamburger Exemplar fast bis zu Krallenform und gewinnen dadurch immer mehr Zwischenraum. Bei diesem Stück von Schmetterlingsstellung keine Spur. Die Sekundärspindeln tragen auf ihrer Rückseite einen feinen, erhabenen Längsstreifen, der übrigens auch bei andern *Weichselia*-Typen vorkommt, ausserdem bei *Gleichenia longipennis* (HEER III, Tafel VII, Fig. 4).

Eine kleine Fieder aus dem Aptien von Dörnten ist vielleicht hier anzuschliessen (Fig. 13, bis ca. 8 mm lange Fiederblättchen). Zeigt jedoch Schmetterlingsstellung! Ferner die Blättchen dicker als bei dem eben beschriebenen Material der Form C; dazu gewölbt, mit kräftiger Mittelader. - Unterschiede infolge Erhaltungszustandes?

Typ D.

Sehr kleine, dachziegeligstehende Fiederblättchen. Auch hier etwas grössere, löffelförmige, rückwärts gerichtete Basalblättchen. Die breite Spindel, besonders des einen Stückes, beweist, dass es sich nicht um das kleinblättrige Scheitelstück eines grösseren Wedels handeln kann. - Diese Formgruppe ist weiter ausgezeichnet durch d. schnurgeraden Verlauf der Sekundärspindeln, die untereinander parallel sind wie die Linien eines Schreibheftes.

Typ E.

Fiederblättchen relativ lang und schmal, dabei im ganzen recht klein. Netznervatur konnte unmittelbar festgestellt werden. - Eine aus 3 Stücken bestehende Platte zeigt die Oberseite des Fossils.

Dessen Länge ca. 50 cm. Spindelbreite unten 1,3 cm, oben 1 cm. Die Sekundärspindeln, unter etwas spitzem Winkel entspringend, stehen zu etwa 25 jederseits auf 20 cm Länge der Hauptspindel.

Bei einzelnen Stücken des reichen Materials kann man im Zweifel sein, wo sie einzuordnen sind.

In Sandstein erhaltenes Material.

Ein Stück vom Langenberg bei Quedlinburg entspricht etwa unserm Typ B und ist überhaupt für den Erhaltungsmodus in Sandstein sehr charakteristisch (riemenförmige, breite Hauptspindel, trichterförmige Einmündung der Nebenspindeln!).

Fruktifizierende *Weichselia*-Wedel.

a) In Aphlebien gehülltes Stück Prof. PFAFFs, vergl. oben.

b) Wedel des Römermuseums (Fig. 10).

Rest b. ist vermutlich das grösste bisher überhaupt bekannt gewordene Stück. Die 17 cm lange Rachis besitzt erhebliche Breite (unten ca. 3,5 cm, oben noch gegen 2,5 cm breit). Als zu *Weichselia* gehörig charakterisicrt sich das Stück vor allem

1. Durch das typische Übergreifen der breiten flachen Hauptspindel über die Basen der Seitenfiedern,

2. durch den Habitus der letzteren und ihre Anordnung. Diese entspricht bei einem Durchschnittsabstand von 0,8 cm etwa derjenigen steriler *Weichselia*-Fiedern. Es erscheint nicht ganz ausgeschlossen, dass auch dieser fruktifizierende Wedel mit Aphlebien-Resten bedeckt war.

An den Sekundärspindeln, die nur höchst bruchstückweise erhalten sind, entspringen als die eigentlichen Träger der als Synangien entwickelten Fruktifikationskörper den Abbildungen BOMMERs entsprechend in 2 Reihen bzw. paarweise angeordnete krallenförmige Gebilde, die an kräftige, gebogene Koniferennadeln erinnern und, wenn die Synangien nicht mehr ansitzen, dem Ganzen ein etwas Walchisartiges Aussehen verleihen. Die abgeflacht kugeligen Fruchtkörper, mit der typischen, aus Feldern zusammengesetzten Oberfläche können wir an verschiedenen Stellen unterscheiden, meist noch zu mehreren beisammenliegend (Durchmesser 2 - 3 mm).

In dem noch mit Aphlebien umhüllten Stück liegen die Synangien anscheinend dicht beisammen, eventuell wie Münzen übereinander. Die Fruchtkörperchen, vermutlich etwas anderer Art, sind im ganzen etwas grösser, wobei überdies zu berücksichtigen ist, dass jener Wedel noch nicht fertig entwickelt gewesen ist. Die Feldchen, die sie zusammensetzen, scheinen hier nicht glatt zu sein, sondern jeweils in der Mitte einen kleinen Buckel zu tragen. Genaues lässt sich richt unterscheiden. Mikroskopische Untersuchungen macerierten Materials stehen noch aus. Nahe liegt ein Vergleich mit dem *Aphlebiocarpus Schützei Stur* aus dem unt. Produkt. Karbon (GOTHAN 1921, S. 143).

Bedeutung unserer fertilen Reste.

Sie sprechen dafür, dass ganze Blätter ausschliesslich fertil waren - das war BOMMER wegen des bruchstückhaften Zustandes seiner Reste problematisch - , sie sprechen gegen pedaten Aufbau, an den BOMMER auch bei fruktifizierenden Wedeln gedacht hatte. Aphlebien in Verbindung mit einem pedaten Wedel sind nicht bekannt. Die Breite der Rachis beim zweiten Stück lässt einen einfach-fiederig (möglicherweise auch gabelig) aufgebauten Wedel von recht erheblicher Grösse vermuten.

Weichselien von pedatem Aufbau?

Im Gegensatz zu RICHTER sowohl wie zu BOMMER ist unter unserm reichen *Weichselia*-Material nichts gefunden, was auf solchen hinweisen könnte. Höchtens könnte man hier beiziehen eine nicht beblätterte Gabel des Römermuseums, die vielleicht die Basis eines *Weichselia*-Wedels sein mag und sich zur Not auffassen lässt als Andeutung eines Übergangs von ursprünglicher Gabelung zu einem Mittelding zwischen fiedrigem und pedatem Aufbau. Das Vorkommen pedater Weichselien ist also möglich; der strikte Nachweis liegt aber in der Literatur nicht vor. - Direkten Nachweis der Gabelung besitzen wir für unsere Form B. Aber auch die übrigen Fiederwedel besitzen Grössenverhältnisse, die viel eher auf einen analogen (oder eventuell auch ungegabelt-fiedrigen) als auf einen pedaten Aufbau schliessen lassen.

Verwandtschaft der Weichselien.

BOMMER glaubt Beziehungen zu den Matoniaceen feststellen zu können.

Dem gegenüber möchten wir hinweisen auf wahrscheinliche Beziehungen 1. zu den Cyatheaceen und 2. vor allem zu den Gleicheniaceen.

1. Cyatheaceen. - Sie dürften, abgesehen von den Gleicheniaceen, die einzige Farnfamilie der Gegenwart sein, die zum Vergleich der Aphlebienbildung überhaupt infrage kommt. Ihre grossen pekopteridischen Fiederwedel (vergl. *Alsophila*) könnte man eventuell mit *Weichselia* in Parallele setzen.

Die *Weichselia*-Fruktifikationen sind vergleichbar mit den ± kugelig zusammengeschlossenen Cyatheaceen-Soren, die der Hülle entbehren, besonders denen der *Alsophila*-Gruppe. Denken wir uns etwa die um ein Zäpfchen vereinigten Sporangien der *Alsophila podophylla* recht eng zusammengeschlossen und die Blattbreite reduziert, so haben wir ein Bild, das unserm Fall sehr nahe kommen dürfte.

Übrigens sind in der Kreide Cyatheaceenstämme wiederholt gefunden, ohne dass

man bisher die zugehörigen Wedel kennen gelernt hätte.

2. Für Gleicheniaceen-Verwandtschaft spricht eine ganze Reihe habitueller Eigentümlichkeiten:

Die Gabelung, die dann in Fiederung übergeht, besitzt analog die Sektion *Diplopterygium Diels* der Gleicheniaceen. Allerdings ist uns eine typische Adventivknospe nicht erhalten. Doch scheint diese auch den Gleichenien bisweilen zu fehlen.

Die Fiederung selbst hat ausserordentliche Ähnlichkeit mit der auch bei Gleichenien vorkommenden (z.B. bei den nordischen Gleichenien HEERs). Nur sind bei *Weichselia* die Sekundärfiedern länger und steifer gebaut, geeigneter, ihr eigenes Gewicht aufrecht zu tragen (Verdickung an ihrer Basis!).

Einzelcharaktere, die diesen Vergleich unterstützen, sind z.B. die feine, erhabene Mittellinie auf der Rückseite der Fiederspindeln (vergl. HEER, Abb. von *Gleichenia longipennis*), besonders aber die Andeutung von rückwärts gerichteten Basal-Fiederblättchen der Sekundärspindeln bei Kreideformen und ebenso bei einzelnen fiedrig gebauten Gleichenien der Gegenwart.

Ein wirklicher Unterschied liegt in der gabeligen Nervatur der Gleichenien gegenüber der netzmaschigen der Weichselien. Vielleicht jedoch ist letztere aus ersterer hervorgegangen, wie man das z.B. auch innerhalb der Gattung *Laccopteris* verfolgen kann. Bei der *Weichselia* NEUMANNs scheint - wenn die Zeichnung korrekt ist - die Dichotomie der Seitennervchen noch durchzuschimmern. Auf Übergänge wird in Zukunft zu achten sein.

Einen recht abweichenden Charakter besitzen anscheinend unsere Weichselien in ihren Fruktifikationen. Vielleicht stellt in diesem Punkt die *Weichselia* NEUMANNs, wo keine Reduktion der fertilen Blättchen stattgefunden hat, die Vermittelung her.

R e s u l t a t .

Die Weichselien bilden eine ganze Formgruppe, die kaum im Rahmen einer Art zu fassen ist. Sie weisen vor allem auf Verwandtschaft mit den Gleicheniaceen und zeigen überdies gewisse Parallelen zu den Cyatheaceen. Von gabeligem Aufbau sind sie zur Bildung verhältnismässig grosser Fiederwedel übergegangen. Hand in Hand mit dieser Entwickelung vollzog sich eine hochgradige Spezialisierung der Blattnervatur, die netzig würde, sowie eine Arbeitsteilung: Besondere fruktifizierende Wedel trugen sehr zahlreich zu gut geschützten Synangien zusammengeschlossene Sporangien. Der weitgehenden Spezialisierung entspricht auch der Besitz der eigenartigen Aphlebien, die sterile wie fertile Wedel in unentwickeltem Zustand einhüllten, aber auch nach Erfüllung dieser Aufgabe noch stehen blieben.

Wie weit die Weichselien eine völlig einheitliche Gruppe bilden oder vielleicht nur, wenn auch nahe verwandte, Parallelentwickelungen darstellen, das muss sich im weiteren Verlauf der Forschung zeigen.

Bezeichnend ist, dass gerade diese hoch spezialisierten Formen ausgestorben sind.

SOLMS-LAUBACH hat in seiner "Einleitung" gesagt, *Matonia* schwanke in ihren Charakteren zwischen Cyatheaceen und Gleicheniaceen. Ähnliches haben wir von *Weichselia* darzulegen versucht. Halten wir das mit BOMMERs Resultaten zusammen, der an Matoniaceen-Verwandtschaft der Weichselien glaubt, so folgt, dass die von BOMMER und uns gewonnenen Anschauungen bei aller Verschiedenheit im einzelnen sich aufs Ganze gesehen wechselseitig bestätigen. - Merkwürdig ist die habituelle Parallele zu gewissen Pteridospermen (vergl. oben).

Geologisch-stratigraphische Stellung.
(Vergl. auch GOTHAN 1910.)

Aus dem nordwest-deutschen Weald SCHENK nicht bekannt; tritt wohl erst im Hauterivien bzw. O. Valanginien auf. Vorhanden im engl. Weald (z.B. SEWARD). NB! SALFELDs Parallelisierung, wonach das engl. Weald viel weiter in die Unter-Kreide hineinreicht als das deutsche!

Bernissart (SEWARD, BOMMER) sog. Wealden unsicheren Alters; im Neokomsandstein vieler Gegenden (vergl. unser Exemplar vom Borgberg); oberes Hauterivien (?): Strohberg bei Quedlinburg (RICHTER); Barrémien (?): Langenberg bei Quedlinburg, Steinberg-Klippen bei Börnecke;
Wernsdorfer Schichten (Barrémien bezw Apt);
Aptien (z.T. viell. Albien): Dörnten, Halberstadt;
Albien: Bohrung Peine; bei Hildesheim (Gaultton nach GOTHAN)?; Westfalen (vergl. GOTHAN bzw. HOSIUS u. v.d.Marck);
Ryedalesandstein Schwedens (nach NATHORST, aus Mecklbg. Geschiebe) "*Weichselia erratica* " Nath.
Russland, Klinscher Sandstein (ist = "*Asplenties Klinensis* ");
Peru (nach NEUMANN u. ZEILLER);
Nordamerika, Black-Hills-Region; tritt hier etwa Mitte der Unterkreide plötzlich auf und ist dann stellenweise recht häufig;
(?) Shastaform. Kaliforniens (? = *Gleichenia Gilbert —Thomsoni Fontaine*).

Wenn wir auch auf eine Identifikation mit *Pecopteris Geyleriana Nath.* (Nordamerika, Japan) als zu unsicher verzichten (vergl. dagegen SEWARD 1900, in Flora von Bernissart), so gehört doch *Weichselia* mit zu den Beweisstücken für einen weiträumigen Florenausgleich in jener Periode. - Das Zurücktreten oder Fehlen der Weichselien in der nordischen Kreide, wo die Gleichenien äusserst zahlreich sind, weist möglicherweise hin auf eine wechselseitige Vertretung der beiden Kreise (nötig genauere Horizontvergleichung!). Da so die Weichselien erst nach dem deutschen Wesld aufzutreten und nicht in die Obere Kreide hinüberzugehen scheinen, kann man sie als eine Art Leitfossil für jene Periode betrachten. Vielleicht wird ein genaueres Studium der einzelnen Reste bzw. der verschiedenen Typen unter gewissenhafter Beobachtung der Horizonte die Möglichkeit weitergehender stratigraphischer Auswertung ergeben. - Augenscheinlich befand sich die Gruppe damals in üppiger Entfaltung. Wir werden deshalb wahrscheinlich auch ziemlich rasche Umbildungen annehmen dürfen.

GLEICHENIA spec. cf. LONGIPENNIS Heer.

HEER, Flora foss. arct. Bd. III, Taf. VI u. VIII.

Ein Exemplar aus dem Neokomsandstein vom Heidhornberg bei Iburg (K. ANDREE, der Teutoburger Wald bei Iburg, Diss. Göttingen 1904). - Unsere Fig. 16.

Negativ der Wedel-Unterseite (Längshälfte). Keine Fruktifikation.

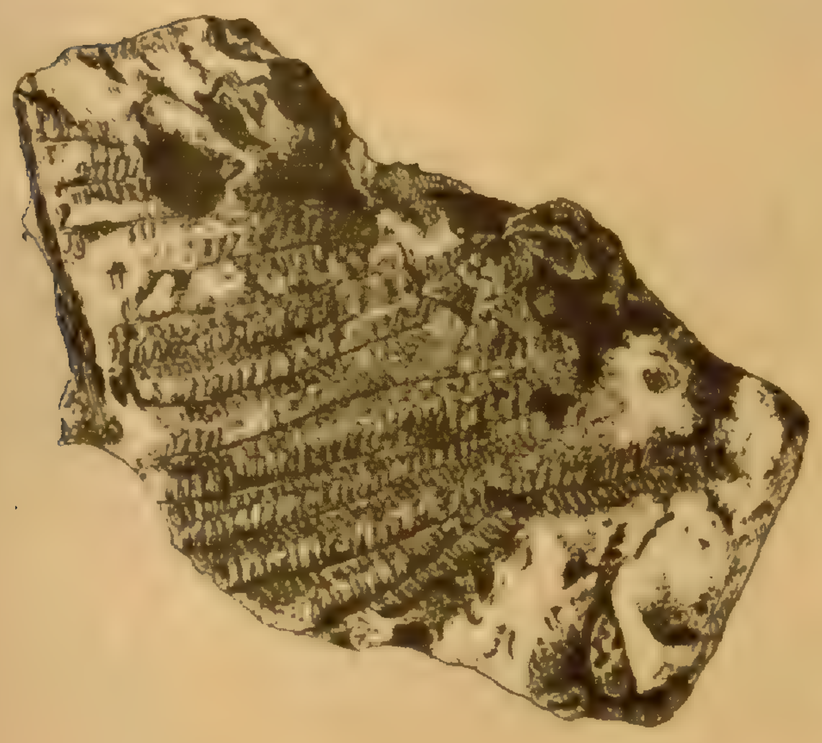


Fig. 16. *Gleichenia* cf. *longipennis*. 4 : 10.

Das zunächst stark an *Weichselia* erinnernde Stück unterscheidet sich davon sehr bedeutend durch den Habitus. Die Sekundärspindeln stehen nicht, wie meist bei *Weichselia*, in leicht spitzem, sondern in ± rechtem Winkel zur Rachis, selbst etwas nach rückwärts gewendet. Dabei sind sie nicht so steif und gerade wie bei jener, sondern dünn und schlank u. gelegentlich flach schlangenförmig gebogen, sodass sie sich lokal gegenseitig überdecken können. Durchschnittsentfernung der Sekundärspindeln kaum 1 cm, Länge der einzelnen Fiederblättchen bis 6 mm.

Eine völlige Identität unseres Fossils mit *Gleichenia longipennis* ist nicht nachzuweisen. Bemerkenswert noch einige Charaktere der Fiederblättchen: Meist leicht vorwärts gerichtet, scheinen sie nahe den Spindelbasen in rechtem Winkel abzustehen oder gar in der von *Weichselia* und von Gleichenien auch sonst bekannten Weise etwas rückwärts gewendet. Ihre Stellung ist dicht gedrängt bis etwas dachziegelig. Scheitel der Einzelblättchen etwas abgerundet spitz. Jenseits der Mitteladern waren die Blättchen stark aufgewölbt, weshalb die Mittelader auf dem Abdruck der Unterseite als starke

Furche hervortritt. Gewölbte Fiederchen mit umgerollten Rändern erwähnt HEER bei *Gleichenia Giesekiana*. - Auch *Gleichenia Nordenskjöldi Heer* weist gewisse verwandte Züge auf.

Vorkommen von Vergleichsformen:
Gleichenia Zippei Heer - weicher, grauer Mergel von Quedlinburg (nach HEER selbst); wohl Senon? (HEER meldet von dort noch andere Gleichenien).
Aus dem Weald N.W.-Deutschlands und aus den Wernsdorfer Schichten von SCHENK keine Gleichenien angegeben (vielleicht positives Ergebnis bei Neubestimmung?).
Engl. Weald. - SEWARD zieht in 2 Fällen unverbindliche Vergleiche mit Gleichenien.
Klin-Sandstein - vielleicht "*Asplenites Klinensis*" z.T.? (TRAUTSCHOLD; bes. Tafel XX, Fig. 3).
Bernissartien; Gleichenien bzw. *Gleichenites* nach SEWARD und BOMMER.
Moletein (Obere Kreide): Nach HEER *Gleichenia Kurriana*;
Aachen (wohl Senon): Nach DEB.-ETT.: Eine Reihe kleiner Gleichenien.
Kreide von Böhmen (nach VELONOWSKY): *Gleichenia Zippei Corda* (i. d. Perutzer Schichten allgemein); Gleichenien in grösserer Artenzahl.
Nach HOSIUS v.d.MARCK: einige die Konesschichten Grönlands ganz besonders charakterisierende Gleichenien steigen in Deutschland bis ins Senon auf (unter "*Eolirion primigenium*" erwähnt).
U. Kr. Black-Hills: *Gleichenia Zippei (Corda) Heer*?
U. Kr. Maryland - Survey: Es fehlen Angaben über Gleichenien wie über Weichselien.
Shasta-Form: *Gleichenia Nordenskjöldi Heer*?
Gl. Gilbert - *Thomsoni Fontaine n. sp.*

Die typischen Gleichenien, zu denen unser Rest gehört, sind wohl weitaus am schönsten und reichsten aus Grönland bekannt. Ihr fast völliges Fehlen im Wealden gibt ihnen ihre Stelle als Charakterpflanzen der Kreide. Glieder der mesozoischen Dauerflora scheinen sie nur nach ihrer weiteren Familie zu sein. Die entsprechenden kleinblättrigen Formen ("*Gleichenites*" etc.) dürften älter und insofern für die Kreide weniger bezeichnend sein.

Über die wahrscheinlichen Beziehungen zwischen den typischen Gleichenien und den Weichselien vergl. unter *Weichselia*.

SAGENOPTERIS NEOCOMIENSIS Hos. u.v.d.Marck.

HOSIUS u.v.d. MARCK, Flora der westfälischen Kreideformation, Taf. 44, Fig. 194.

2 Abdrücke vom Hohnsberg bei Iburg (marine Schichten). - Das eine der beiden Blättchen stark um seine Queraxe zusammengerollt.

SAGENOPTERIS MANTELLI Schenk.

SCHENK, Flora d. nordwestd. Wealdenformation, Tafel XXXI, Fig. 5. - Wenig deutlicher Sandsteinabdruck. - Neokomsandstein Borgberg, Steinbruch nördl. Schönhof.

ZAMIOPHYLLUM BUCHIANUM (Ettingshausen) Nathorst.

Pterophyllum Buchianum Ett. in SCHENK, Wernsd. Flora S. 8, Taf. III, Fig. 5.
Zamites Buchianus (Ett.) Seward 1895, Wealden Fl. II, S. 79 .
Zamiophyllum Buchianum Nath. 1890, Denkschr. Ak. Wien LVII, S. 46 u. 49, Taf. II, III, V.
Dioonites Buchianus (Ett.) Bornemann in BERRY, Maryland Survey S. 332, Taf. LI, LII.

Reichliches Material an grösseren und kleineren Stücken aus dem Barrémien von Hildesheim.

Zwei Stücke aus dem Sandstein (Barrémien) vom Dreikaiserturm (Hünenburg) bei Bielefeld.

Ein Stück aus dem Kreidesandstein von Quedlinburg.

Unsere Figuren 17 - 20.

Fig. 17. *Zamiophyllum Buchianum*. Nat. Gr.

Innerhalb der Art *Zamiophyllum Buchianum* unterscheidet FONTAINE 2 Varietäten, eine Variatio *obtusifolius* und eine Variatio *angustifolius*. Beide liegen von Hildesheim vor, ohne dass die Frage der Trennung oder Vereinigung an unserm Material zu entscheiden wäre. Vielleicht nur Jugend- und Altersform.

Die beiden Typen sind bei unserm Material etwa gleich gut vertreten.

Von den schmalblättrigen Stücken ist das schönste ein in 20 bis 25 cm Länge erhaltener Wedel des Römer-Museums (Fig. 17). Ein nur mässig erhaltenes Stück im Besitz des Herrn Prof. PFAFF zeigt den Typ des *Zamiophyllum Buchianum angustifolium* in extremer Entwickelung. Es ist beachtenswert durch seine Grösse und beweist mit seinen grasähnlich schmalen, (höchstens 4 mm breit), langen (16 cm messbar, ohne dass ein Scheitel erhalten wäre), ausserordentlich weit auseinander stehenden Segmenten, dass die "Jugendform" auch bei Exemplaren vorkommt, die nicht so zweifellos jugendlich aussehen. Eine gelegentliche Bemerkung HEERS (Fl. foss. arct. III, S. 64) lässt an die Möglichkeit denken, dass die Belaubung der betr. Pflanze nicht ganz einheitlich war, sodass etwa in bestimmten Regionen auch erwachsene Blätter jugendlichen Habitus getragen hätten. - Die Sachlage bedarf weiterer Klärung.

Fig. 18. *Zamiophyllum Buchianum*. 1 : 3.

Das Scheitelende eines Wedels, in seiner typischen, breiten Rundung besonders schön an einem kleinen Stück der Sammlung PFAFF.

Zum breitblättrigen Typ (bis 12 mm Segmentbreite bei unserm Material) gehören einwandfrei 4 Exemplare, von denen 2 wertvoll sind:

1. Während nach FONTAINE die Unterseite der Rachis einen Kiel zeigt, beobachten wir hier den entgegengesetzten Fall: Unterseite glatt; längs der Spindel-Oberseite eine Mittelkante, welche die schräg angehefteten Basalenden der Segmente in deren nach oben - innen gekehrten Ecke eben berührt.

2. Durch die Kombination der beiden Stücke erhalten wir eine schöne Bestätigung und z.T. Ergänzung der Beobachtungen SEWARDs über die Anheftungsweise der Segmente: Sie sitzen mit geringer, ganz lokaler Verbreiterung und leichter kallöser Verdickung an der Vorderseite ihrer Spindel anf. Und zwar ist die von der Anheftungsstelle aus basalwärts liegende Spindelpartie ihrerseits als Tragpolster ein wenig verdickt. Der Übergang aus dem Segmentfuss in die Spindel ist daher

etwas ausgeglichen. Immerhin ist der Absatz an der Abreisslinie so stark, dass er auf dem Negativ der Blattoberseite als elliptische Narbe hervortritt. Dagegen scheint bei den schmalen jungen Segmenten der Zusammenhang von Segmentfuss und Spindel so gleichmässig zu sein, dass man hier wirklich von einem Herablaufen der Segmentbasen sprechen kann.

Fig. 19. *Zamiophyllum Buchianum.* 1 : 5.

Fig. 20. *Zamiophyllum Buchianum.* 4,25 : 10.

Die Nervatur lässt sich bei den beiden Stücken sehr gut verfolgen. Durch ihr leichtes Divergieren gegen den Scheitel hin erinnert sie ein wenig an die Gruppe des *Zamites fenoensis.*

Neu ist folgende Beobachtung: An dem einen grossen Exemplar (Fig. 18) - es ist abwendig orientiert - sind mindestens 6 Segmente so um ihre Axe gedreht und gleichzeitig scheitelwärts umgebogen, dass sie ihre natürliche Oberseite, die im Gegensatz zu der stumpf schwarzgrauen Unterseite schwarzbraun glänzt, dem Blick darbieten. Ebenso sind auf dem andern grossen Stück (Fig. 19) 2 oder 3 Segmente um sich selber gedreht. Diese Tatsache wie auch die Beobachtung, dass sich die Blätter bei der Einbettung jeder Unebenheit des Bodens angepasst haben, zeugt für ihre geschmeidige Natur uund führt zu der Vorstellung, dass die Scheitelteile dieser breiten Segmente sicherlich häufig, vielleicht in der Regel, übergehangen haben.

Sonstiges Vorkommen:

Im oberen Portlandien (*giganteus*-Zone) von Sutherland (SEWARD 1911; zusammen mit *"Elatides Sternbergiana* und *Sphnolepidium Kurrianum*).

Im nordwestdeutschen Wealden (Oberkirchen; vergl. SALFELD 1907);

Im englischen Wealden (SEWARD).

Im Neokomsandstein des Teutoburger Waldes (wahrscheinlich *"Dioonites abietinus"* (HOSIUS u.v.d. MARCK). Unsere eigenen Stücke bedeuten hierfür den endgiltigen Nachweis).

Wernsdorfer Schichten (erste Aufstellung durch ETTINGSHAUSEN).

Kreidesandstein von Quedlinburg - bisher nicht nachgewiesen, durch unser Stück fast sicher.

Im Potomac Amerikas zu den Charakterpflanzen (FONTAINE).

In der unteren Kreide Japans (Yokohama, NATHORST) bzw. in den Grenzschichten Jura - Kreide; vielfach in Gesellschaft von *Nilssonia cf. schaumburgensis*; eine zweite Art hier ausgeschieden als *Zamiophyllum Naumanni Nath.*

Das Vorkommen des *Zamiophyllum Buchianum* verdient weitere Beachtung. Anscheinend gehörte es bereits der oberjurassischen Flora an, scheint aber nicht über die untere Kreide hinauszugehen. Während seiner Blüteperiode besitzt es weiteste Ver-

breitung. Damit würde es zu einer Art Leitfossil für jene Epoche. - Problem bleibt die Gattungs- und besonders die Art-Umgrenzung.

DIOONITES DUNKERIANUS Miquel.

MIQUEL, Monogr. Cycad. p. 30.
SCHENK, Nordwestd. Weald. S. 232, Taf. 34, Fig. 5, Taf. 36, Fig. 1.
SEWARD, Wealdenflora II, S. 42.
Etwa 6 Exemplare aus dem Barrémienton von Hildesheim. - Unsere Figuren 21 -23.

Unser vorliegendes Material bedeutet zunächst den Nachweis der Art für das Barrémien des nordwestl. Deutschland. Darüber hinaus liefert es einige wichtige Ergänzungen zur allgemeinen Kenntnis dieser Pflanze, und zwar

1. bezüglich habitueller Eigentümlichkeiten;
2. bezüglich Beschaffenheit der basalsten Segmente;
3. bezüglich der Verwandtschaftsverhältnisse und damit der geologischen Beziehungen.

Unser grösstes Exemplar (Fig. 21), in 35 cm Länge erhalten, dürfte einem gegen 1 m Länge erreichenden Wedel entsprechen. Sein Basisende fehlt, vor allem aber wohl seine ganze obere Hälfte.

Dem Scheitelteil entsprcht wahrscheinlich ein zweiter Rest (Fig. 22, 23) mit ungewöhnlich starker bogenförmiger Aufwärtsrichtung der obersten Segmente.

Die Fiedersegmentchen stehen bei unserm Material teils lückenlos gedrängt, teils mit Zwischenräumen bis etwa 1 mm breit. Wohl unwesentliche Alterunterschiede.

Unmittelbar aus der Abbildung ersichtlich ist folgende Eigentümlichkeit unseres grössten Wedels, die wir nirgends beschrieben finden: Bei ihm weisen schon die untersten Segmentspitzen eine scheitelwärts gerichtete Krümmung auf; und zwar reihen sie sich dabei so aneinander, dass beiderseits des Fossils ziemlich abgeschlossene, nur der Breitenzunahme des Blattes entsprechend ganz schwach divergierende gerade Linien entstehen. - Ähnliche Erscheinungen an lebenden Cycadeen häufig zu beobachten.

Bei einem Wedel gelang es durch vorsichtige Präparation das basale Ende der Befiederung frei zu legen und festzustellen, dass die Segmente ganz allmählig kürzer werden um schliesslich in dornartige Gebilde überzugehen. Zu unterst an dem Fossil folgen dann noch punktförmige Höckerchen (22 gezählt), die zunächst subopponiert, zuletzt aber fast in einer einheitlichen Reihe übereinander stehen. - Die Artdefinition ist entsprechend zu ergänzen.

Wertvoller noch dürften unsere Feststellungen zur Verwandtschaft unseres Objektes sein. Bereits NATHORST waren gewisse Ähnlichkeiten der Epidermis-Struktur zwischen *Dioonites Dunkerianus* und *Pseudocycas* aufgefallen, ohne dass er gewagt hätte eine bestimmte Folgerung zu ziehen. So finden wir auch noch in GOTHANs Lehrbuch 1921 beide weit getrennt (*Pterophyllum*-Reihe , bzw. *Pseudocycas*-Reihe). Unser Material dürfte auf Grund makroskopischer Befunde engste Verwandtschaft einwandfrei ergeben.

Während bei der Mehrzahl unserer Stücke die Fiederchen so eingelenkt sind, dass sich die Basen der beiderseitigen Reihen gegenseitig fast berühren oder auch ein schmaler Streifen der Spinel frei bleibt, zeigt eines unserer Stücke (mit relativ entfernt stehenden Segmentchen) den freien Längsstreifen deutlich als Kiel entwickelt. Denselben Charakter erwähnt NATHORST von *Pseudocycas* ("Fiedern an jeder Seite d. Spindel durch die von beiden Rinnen umfasste Mittelpartie voneinander getrennt"). Unmittelbar einleuchtend aber wird die Identität dieser Erscheinung durch den Vergleich mit einem in der Göttinger Sammlung befindlichen *Pseudocycas ("Cycadites") Roemeri* aus dem Wealden. Überhaupt ergibt sich dabei weitgehende habituelle Übereinstimmung der Segmente und ihrer Anheftungsweise (z.B. leichte Verbreiterung am Unterende!).

Noch überraschender ist jedoch, dass wir auch den spezifischen Charakter, auf dem die Gattung *Pseudocycas* begründet ist, bei unserm *Dioonites*-Material feststellen können. Mehrere unserer Stücke, am schönsten das mit Scheitel erhaltene

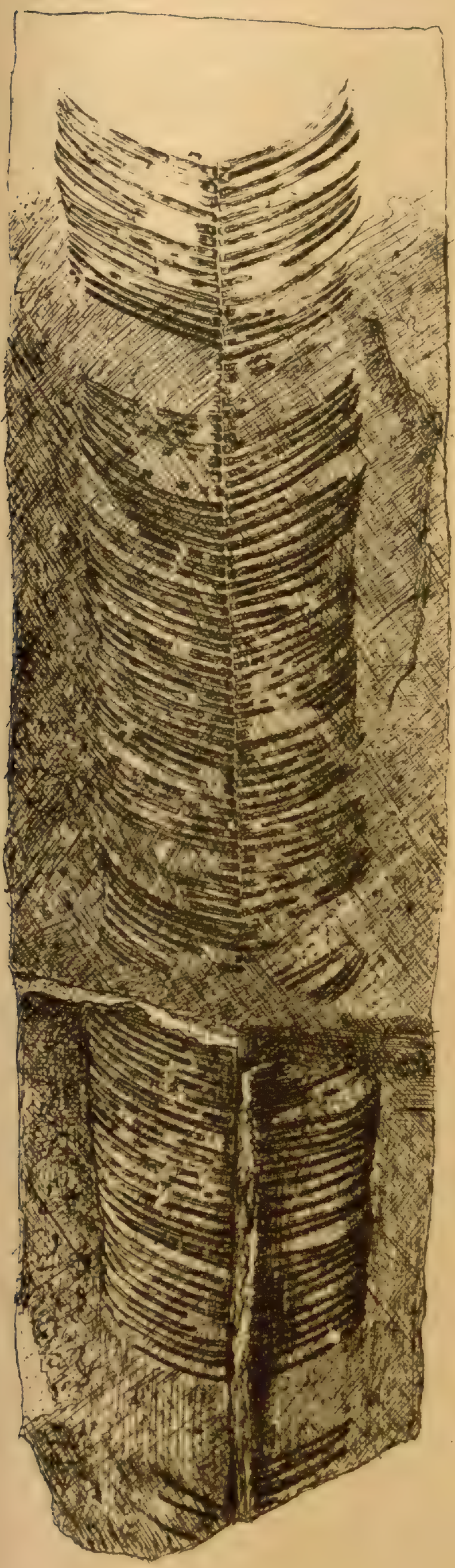


Fig. 21. *Dioonites Dunkerianus.*
1 : 2.

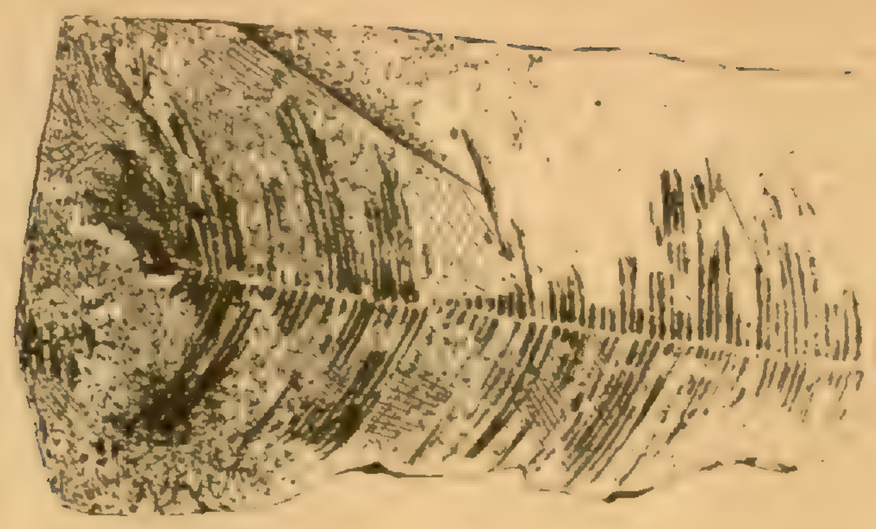


Fig. 22. *Dioonites Dunkerianus.*
1 : 3.

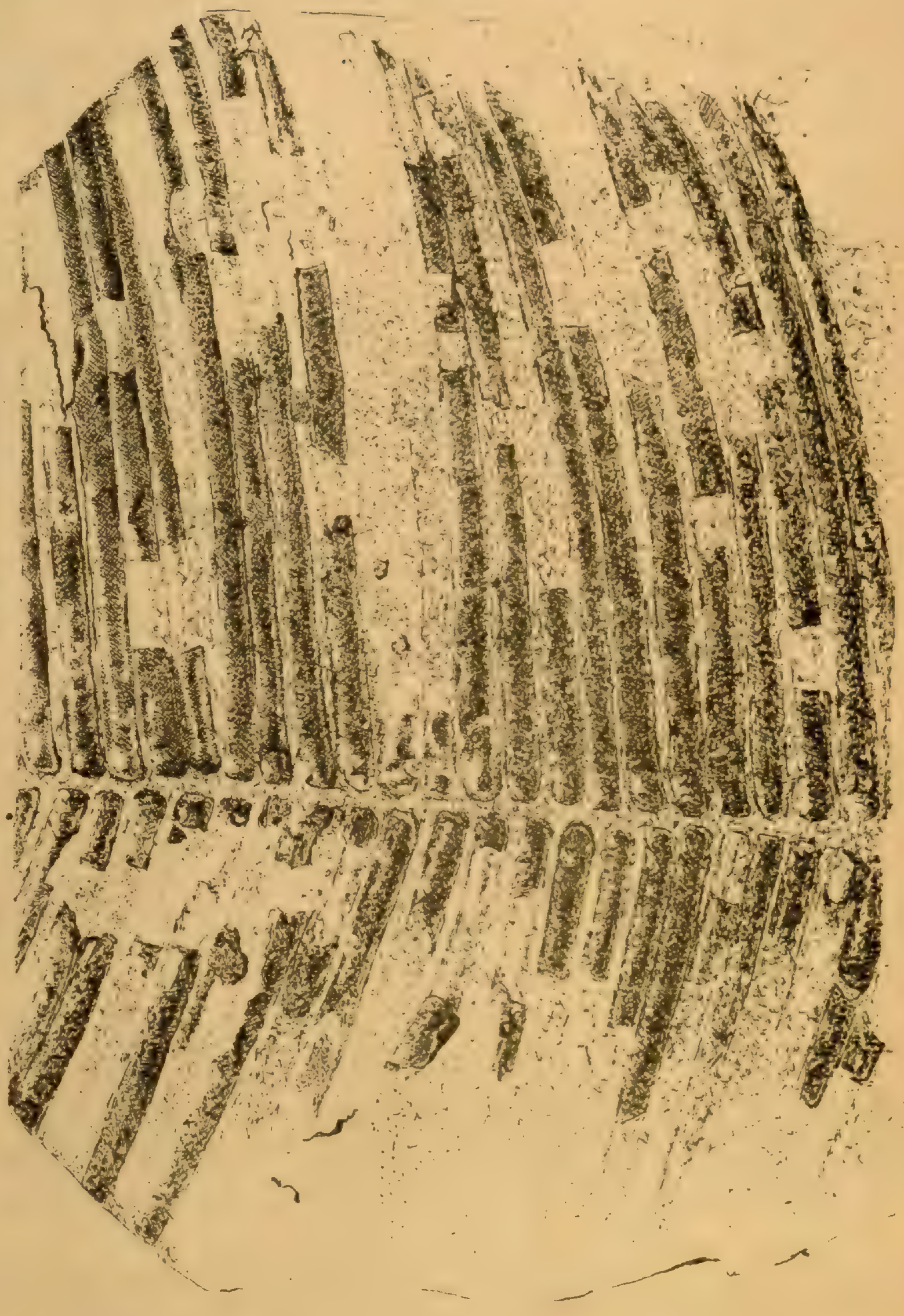


Fig. 23. *Dioonites Dunkerianus.*
2,7 : 1.

(Fig. 19 bzw. 20) zeigen den falschen Mittelnerv von *Pseudocycas* im Anfangsstadium, d.h. die Mittelpartie der Segmente ist aufgewölbt wie bei *Pseudocycas*, nur ist sie dabei noch relativ breit, während die seitlichen Partien verhältnismässig schmal sind, sodass sie als ± scharf abgesetzter Saum erscheinen. - Statt mit NATHORST von 2 "Nerven" möchten wir lieber von 2 Leisten oder Kanten sprechen, die die Hohlrinne begrenzen. Ob darin besondere Gefässbündel verliefen, wissen wir nicht. - Nach unserm Material hat es den Anschein, dass bei älteren Segmenten der Randsaum häufig durch Weitergreifen der Aufwölbung völlig verdrängt wurde.

Folgerung: *Pseudocycas* ist ein stärker spezialisierter *Dioonites*. - Damit rückt auch die geologische Geschichte dieser Pflanze in ein neues Licht.

Stratigraphisches.

"*Dioonites Nathorsti* " nach SEWARD Yorkshire-Flora (Dogger).

Erste Erwähnung von *Dioonites Dunkerianus* selbst wohl Lias von Steierdorf in Siebenbürgen. ANDRAE Taf. XI, Fig. 2, 3 ("*Pterophyllum Dunkerianum*" *Goepp.* bzw. "*Pterophyllum rigidum And.*).

Dioonites Dunkerianus ausser Weald Nordwest-Deutschlands auch im englischen Weald (SEWARD).

Dioonites abietinus Miquel Weald Nordwest-Deutschlands wohl nahe verwandt (Zeichung bei SCHENK lässt falsche Mittelader vermuten?).

Dioonites (Pterophyllum) Lyellianus Dunker Norwest-deutsch. Weald verwandt.

Dioonites (Zamites) speciosus Heer nach RICHTER U.-Kr. Quedlinburg.

Mehrere eng verwandte Formen in der U.-Kr. Grönlands (HEER); davon steht *Zamites speciosus Heer* dem *Dioonites Dunkerianus* am nächsten.

Auszuschliessen ist dagegen der *Dioonites Dunkerianus*, den WARD (Mesoz. Flora) 1905 abbildet.

Pseudocycas.

4 Arten Cenoman Grönlands (NATHORST).

Wealden (Göttinger Exemplar vom Osterwald, "*Cycadites Roemeri* ", vergl. auch HOLDEN u. HALLE 1915).

Wahrscheinlich hierher die meisten "*Cycadites*"-Formen; z.B. *Cycadites Rajmahalensis* bei FEISTMANTEL u.s.w. Kaum anders aufzufassen. Interessant ist, wie der Autor sich müht, Erscheinungen zu erklären, die bei Voraussetzung einer normalen Mittelader allerdings schwer verständlich wären. Wahrscheinlich auch hierher *Cycadites Heerii Schenk* (?) - Wernsdorfer-Flora (vergl. *Cycadites confertus Oldh. and Morris*, Rajmahal Hills, Taf. 48, Fig. 1, FEISTMANTEL 1877).

Eine Dauer der *Dioonites-Pseudocycas*-Gruppe vom Godwana Indiens über das deutsche Weald bis zum grönländischen Cenoman scheint sonach ziemlich sicher. - Möglicherweise ist *Dioonites Dunkerianus* geeignet, den Anschluss der *Pseudocycas*- an die *Pterophyllum*-Gruppe zu vermitteln.

OTOZAMITES sp. cf. HOHENEGGERI Schenk.

Podozamites Hoheneggeri Schenk , Flora d. Wernsd. Schichten S. 9, Taf. II, Fig. 3 - 6.

Cf. *Glossozamites Schenkii Heer*, Flora foss. arct. III, S. 69, Taf. 16, Fig. 5 - 8.

Zwei Exemplare aus dem Barrémienton von Hildesheim (Römermuseum, Sammlung PFAFF.)- Unsere Fig. 24.

Von den beiden Exemplaren ist das abgebildete das Scheitelstück eines Wedels doch ohne völlig erhaltenen Scheitel selbst. Das Fossil ist so geknickt, dass sein unterer Teil die Rückseite zeigt, während die obere Partie normal orientiert ist. Dabei ist letztere über die Unterseite übergeklappt, sodass sich die Segmente z.T. überkreuzen. - Das zweite Exemplar ist grösser, liegt aber ganz rückwendig. Spindel ganz flach geschlängelt. Scheitelpartie fehlt hier völlig.

SCHENK hatte von seinem *Podozamites Hoheneggeri* ausdrücklich gesagt, Öhrchen

an der Basis der Segmente fehlten. Vermutlich hat er darunter relativ grössere Bildungen verstehen wollen. Jedenfalls gibt seine Abbildung kleine Öhrchen z.T. ganz deutlich zu erkennen, weshalb wir den Namen "*Otozamites*" für wohl gerechtfertigt ansehen.

Die Ausbildung der Öhrchen bei unserm Material ist schwach, aber unverkennbar. Hier wie bei SCHENKs Wernsdorfer Pflanze handelt es sich um jene Gruppe der Otozamiten, die SAPORTA an *Otozamites pterophylloides Brongn.* anschliesst und bei der die schwache Entwickelung der Öhrchen bisweilen eine Scheidung von gewissen Zamiten schwer macht. Tatsächlich vergleicht SCHENK seinen "*Podozamites Hoheneggeri*" in erster Linie mit dem *Zamites Fenoensis* aus dem weissen Jura.

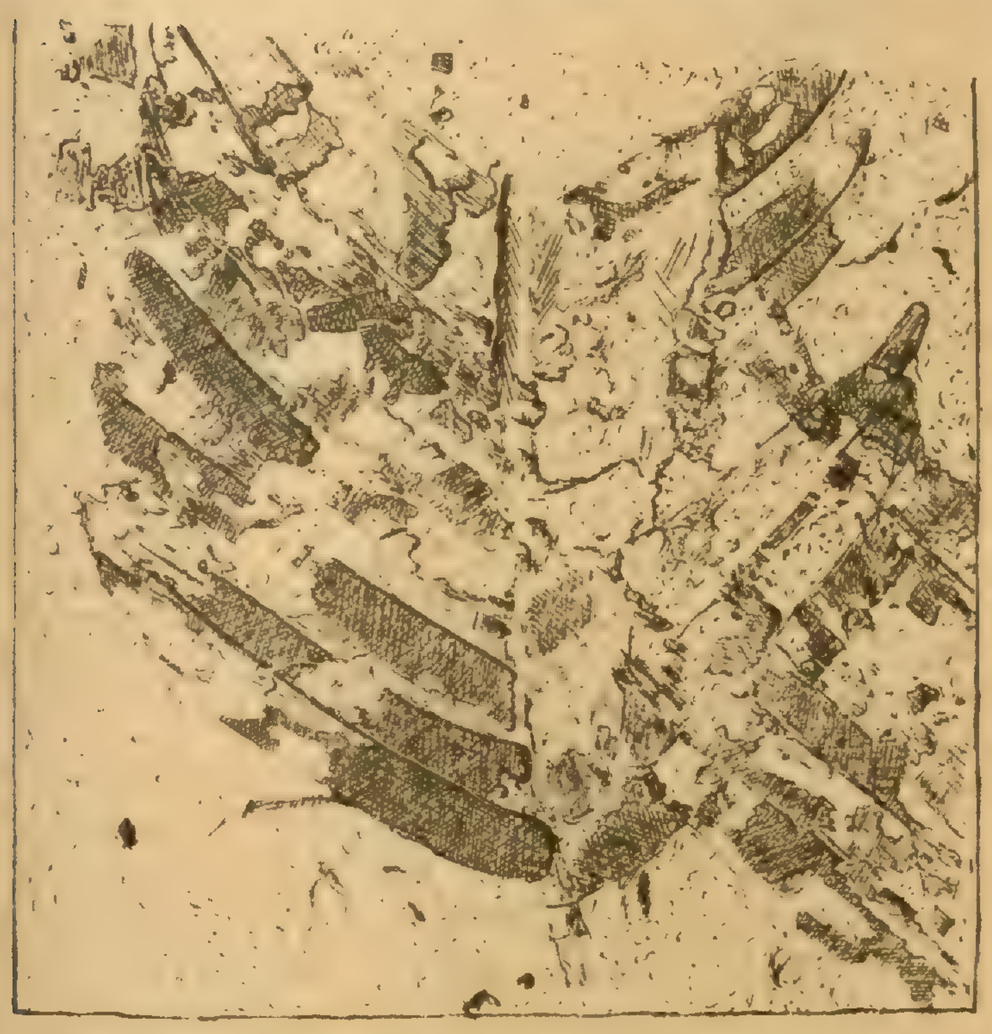


Fig. 24. *Otozamites* cf. *Hoheneggeri*. 6 : 5.

Leichte Unterschiede unseres Materials gegenüber den Stücken SCHENKs:

1. Die Masse gehen etwas über die der von SCHENK abgebildeten Exemplare hinaus;
2. In unserm Fall etwas stärkere Aufwärtsrichtung der Segmente und stets Andeutung von Sichelkrümmung derselben;
3. Die Segmente stehen dichter , bei SCHENK z.T. durch Lücken von der eigenen Breite getrennt.

Wahrscheinlich ist unser Rest also mit SCHENKs *Podozamites Hoheneggeri* nicht genau identisch.

Vorkommen bzw. Vergleichsformen.

Von Quedlinburg führt RICHTER *Glossozamites Schenkii Heer* (?) auf. Vielleicht mit unserer Form identisch. HEER hatte *Glossozamites Schenkii* ursprünglich mit *Podozamites Hoheneggeri* vereinigt.

Im Weald Nordwest-Deutschlands noch ein typischer *Otozamites*, der jedoch ganz kurze, breite Fiederchen besitzt: *Otozamites Klipsteinii Schenk.* Ein *Otozamites* ferner nach SEWARD SCHENKs *Dioonites Göppertianus* . Von den bei SEWARD (Wealden II, Tafel I) abgebildeten Stücken sieht eines dem unsern ziemlich ähnlich. - Möglicherweise könnte auch *Podozamites Neumanni Schenk* hierher gehören. - Im engl. Wealden kommen Otozamiten wie Glossozamiten vor.

Aus den Wernsdorfer Schichten nennen wir noch den typischen *Glossozamites Zittelii*, ferner *Glossozamites* (bzw. *Otozamites*) *obovatus*; aus dem Neokom der Schweiz (Stanzer Horn) den *Zamites Kaufmanni Heer.*

Den Eindruck enger Verwandtschaft macht, obgleich der Nachweis der Öhrchen fehlt, der *Otozamites Göppertianus Seward*, den NEUMANN aus der Kreide von Peru (neben *Weichselia*!) aufführt.

Eine ganz analoge Öhrchenbildung wie in unserm Fall finden wir klar wiedergegeben z.B. bei *Otozamites giganteus Hamshaw Thomas* in Jurass. Flora of Kamenka 1911, ferner bei *Otozamites (Williamsonia) oaxacensis var. aut sp. nov.* (WIELAND, Flora liassica Mixteca alta, Tafel 19, Fig. 4, 5).

Gesamtergebnis:

Unser *Otozamites Hoheneggeri* ist ein Mitglied der Jura- U.-Kreide- Einheitsflora (Otozamiten seit Rhät). Von der einfachen *Zamites*-Grundform hat er sich nicht so weit entfernt wie andere Otozamiten, sondern ist insofern verhältnismässig primitiv.

PODOZAMITES sp. cf. AFFINIS Schenk.

SCHENK, Flora d. Wernsdorfer Schichten, Taf. III, Fig. 8.

Ein Exemplar aus dem Barrémienton aus Hildesheim. - Unsere Fig. 25.

Blatt, lanzettlich-oval. Grössenverhältnisse vergl. Figur. Spitze abgestutzt; Basis, soweit sichtbar, allmählig in einen Stiel verschmälert. Rand hebt sich als schmaler, flacher Saum ein wenig über die Schichtfläche heraus, besonders in der untern Blatthälfte. Etwa 20 locker stehende, parallele, sehr gleichmässig verlaufende, leicht konvex hervortretende Nerven, die gegen den Scheitel kaum konvergieren. Die ganze Breite, die Nerven sowie ihre Zwischenräume, zeigen sich unter der Lupe sehr fein gestreift. Ferner bemerkt man bei Lupenvergrösserung eine feine Querrunzelung auf den Nerven, besonders deutlich im unteren Teil des Blattes. - Während das Blatt sonst normal liegt, ist in seiner unteren Hälfte eine Partie, die sich losgelöst hatte, revers wieder aufgeklebt: Die Rückseite lässt nur Spuren der parallelen Längsnervatur und feinste Querrunzelchen erkennen. Das Gewebe war kräftig-lederig. Eine sternförmig geplatzte Stelle weist auf einen Blattpilz hin. - Das Fossil eignet sich zu Mazerations-Präparaten.

Fig. 25. *Podozamites spec., cf. affinis.* ca. Nat. Gr.

Vergleichsformen und Verwandtschaft:

Wahrscheinlich mit unserm Stück identisch ist *Podozamites obtusus Vel.* aus dem Cenoman Böhmens (Gymn. Böhm. Kreide-Form. Taf. I, Fig. 8/9). - Auch hier die genau gleiche Nervatur und Streifung, ferner "die Blattränder im Sandsteine dick und scharf abgedrückt". Spreite allmählig in einen langen Stiel verschmälert. Wahrscheinlich ist also auch unser Stück so zu ergänzen.

Zamites Meneghini Zigno (Fl. ool. II, Taf. 31, Fig. 4a, 4b) bietet den Gesamthabitus eines entsprechenden Wedels. Auch hier die Nerven wie in unserm Fall nicht gegen den Scheitel konvergierend.

Analog verlaufende Nerven und Streifung ausser der Nervierung bei *Feildenia* (HEER, 1878 Fl. d. Grinnel-Landes, Taf. I, Fig. 3 - 11, besonders Fig. 9b!). Nervierung plus Streifung unter Umständen auch bei *Phoenicopsis* (*Phoenic. angustifolia Heer* bei SEWARD, 1911).

Ohne die neuerdings viel diskutierte Frage der *Podozamites*-Verwandtschaft irgend lösen zu wollen, möchten wir auf gewisse Ähnlichkeiten unseres Restes mit Vertretern der Ginkgophyten aufmerksam machen (NB! SCHUSTER 1911 hält *Podozamites* für eine primitive Koniferenfamilie, abgezweigt von den Cykadofilicinen wohl an der Basis des nämlichen Stammes, von dem die Ginkgoinen ausgegangen sind!).

1. Der Verlauf der Nerven, die nicht konvergieren, erinnert an *Ginkgodium Nathorstii* (vergl. YOKOYAMA, 1889).

2. An *Ginkgodium* erinnert auch etwas der kräftige Rand (vergl. auch SCHENKs Zeichnung von *Zamites obovatus*, Tafel I, Fig. 7, 7a in Wernsd. Fl.).

3. Sehr ähnliche Querrunzeln auf den Nerven bei *Baiera multipartita Schimper* (SCHENK, Wealden, Taf. 24, Fig. 5, 7, 8).

Dass bei Ginkgophyten auch ungeteilte Blätter vorkommen können, beweist *Eretmophyllum Thomas*.

"*Podozamites*" dürfte eine recht heterogene Gruppe sein - das zeigen auch unsere übrigen mit gleichem Gattungsnamen zu bezeichnenden Reste. Horizont- und Fundpunktsvergleichung im einzelnen haben wenig Wert vor Anstellung genügender Spezialstudien. - Hauptblüte im Jura. - Aus dem Weald Nordwest-Deutschlands wie aus dem Englands finden wir Podozamiten nicht erwähnt; aus den Wernsdorfer Schichten gibt SCHENK 4 Arten an. - Wahrscheinlich aus der oberen Kreide des Langenberges bei Quedlinburg nach ERWIN SCHULZE ein Stück cf. *Podozamites latipennis Heer* (Mineral. Inst. Halle).

PODOZAMITES VALISNERIOIDES n. sp.

Vergl. HEER 1878 *Vallisneriites jurassicus* in Beitr. z. foss. Fl. Sib. u. d. Amurlandes; Taf. I, Fig. 22 - 27, bes. Taf. 26 u. 27.

FEISTMANTEL 1877 *Podozamites lanceolatus genuinus* bzw. *var. spathulatus* in Fl. of the Jabalpur Group Taf. IV, Fig. 6, 11.

ZIGNO, Fl. oolithica Bd. II, 173/85, Taf. 41, Fig. 1 *Podozamites Zeillerianus.*

WARD 1905, Status Mes. Floras of the U. St Taf. 25, Fig. 7. *Podozamites lanceolatus latifolius (Fr. Br.) Heer.*

Ein Exemplar aus dem Barrémienton von Hildesheim; Römer-Mus. - Unsere Figuren 26, 27.

Unser Stück erlaubt die Kombination zweier bisher getrennter Blattypen (*Vallisneriites + Podozamites lanceolatus sp.* bzw. *Zeillerianus*). Dem soll der Name Rechnung tragen. Da überdies noch ein Charakter neu hinzutritt (vergl. das Folgende!), dürfte dieser spezielle Formkreis der Podozamiten ausreichend gekennzeichnet sein als ein ziemlich selbständig stehender. Endgiltiges wird sich wohl

Fig. 26. *Podozamites vallisnerioides, nov. spec.* 1,6 : 1.

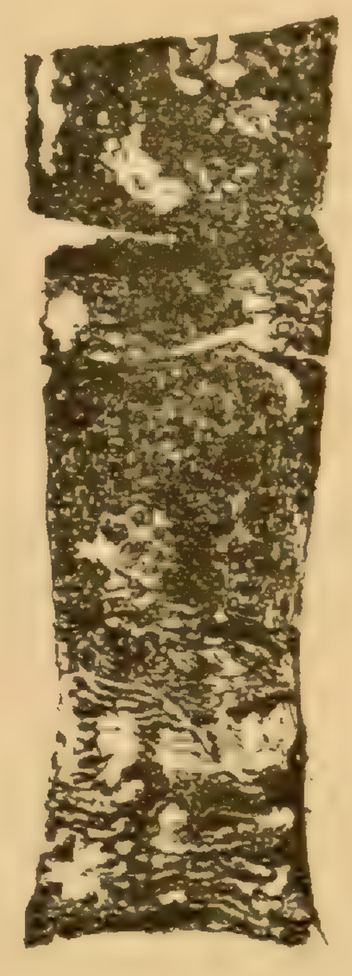


Fig. 27. *Podozamites vallisnerioides nov. spec.* 6,5 : 1.

erst nach Auffindung der zugehörigen Fruktifikationen sagen lassen.

Bei *Vallisneriites* handelt es sich nach HEER um lange, schmale, parallelseitige Blätter, welche von sehr zahlreichen Längsnerven durchzogen sind. Diese wieder werden durch zahllose, in regelmässigen Abständen angeordnete Queräderchen verbunden, die jedoch nicht über die ganze Blattfläche weglaufen, sondern immer nur von einem Längsnerv zum andern reichen. Insgesamt entsteht ein feines Netzwerk aus rechteckigen Maschen .

Trotz kleinen Abweichungen nach Breite der Blätter (unser Exemplar ein wenig breiter, 5 mm im Max. gegen 3,25 bei *Vallisneriites*), nach Dichte der Nervierung (mehr als 20 Streifen pro mm gegen 17 bei HEER), vielleicht auch nach allgemeiner Beschaffenheit der Blätter ("zarthäutig" bei HEER, in unserm Fall lederig), erscheint eine ganz enge Verwandtschaft dieser Fossilien aus dem angeblichen Jura von Irkutsk bzw. der Kreide von Hildesheim kaum zweifelhaft.

Andererseits ist, obwohl unserm Blatt die ganze Scheitelpartie fehlt, die Ähnlichkeit mit den betreffenden *Podozamites*-Resten FEISTMANTELs und ZIGNOs überzeugend. Ganz charakteristisch ist die Verschmälerung des Blattes dicht vor der Basis (auf 3 mm). Der Fuss selbst ist wieder ein wenig breiter und etwas verdickt.

Unterseite des Blattes matter und rauher als die etwas glänzende Oberseite. (Der basale Teil zeigt die Unterseite; dagegen ist die obere Hälfte unseres Blattrestes, die sich losgelöst hatte, in normalwendiger Weise wieder aufgeklebt). Zu der neuen Kombination der typischen Blattform mit der unter der Lupe zu beobachtenden typischen Blattoberseite zeigt der Rest nun auch noch einen eigentümlichen, ganz neuen Charakter der Blattunterseite: Hier liegen in Längszeilen angeordnet als kleine, weisse Grübchen, bei Lupenvergrösserung sehr deutlich zu sehen, Spaltöffnungen von Gymnospermenart (Fig. 27). Ihre nähere mikroskopische Untersuchung steht noch aus. - Es bestätigt sich also, was man vermuten konnte, dass diese Reste mit *Vallisneria* nicht das geringste zutun haben. - Das die Rückseite zeigende basale Stück ist quer gerunzelt, hauptsächlich nahe der Anheftungsstelle. - HEER konnte bei *Vallisneriites* nicht recht klar werden über das Vorhandensein stärkerer Nerven. Durch unser Exemplar gewinnen wir den Eindruck, dass die typische Netzskulptur nur den äussersten Zellschichten angehört, während im Innern stärkere Leitbündel zu verlaufen scheinen. Ihnen entsprechend lassen sich aussen etwa 8 flache, unscharfe Längsrippen unterscheiden. Ausserdem ist gegen die Anheftungsstelle zu die Mittellinie des Blattes etwas stärker, aber gleichfalls flach, herausgehoben, und zwar sowohl an der Ober- wie auch an der Unterseite.

Das Blatt war anscheinend von Pilzen befallen; mindestens an einer Stelle, wahrscheinlich an mehreren, ist über einer Anschwellung deutlich die Epidermis geplatzt.

Das Blatt war zweifellos sitzend, nicht stengelumfassend wie HEER im Gedanken an Monokotyle für seinen *Vallisneriites* kombiniert.

Wir verzichten auf die Diskussion der eigentlichen systematischen Stellung. Spezialuntersuchungen sind hier am Platz. Sicher handelt es sich um ein äusserst interessantes Glied der mesozoischen Gymnospermenflora, systematisch beachtenswert wie auch nach seinen stratigraphischen Beziehungen.

PODOZAMITES LONGIFOLIUS n. sp.

(Vergl. *Zamites angustifolius Schenk*, Fl. d. Grenzschichten, S. 158, Tafel 35, Fig. 8.

Vergl. *Nageiopsis longifolia Fontaine*, 1890, Potomac-Flora, S. 195, Tafel 75 - 79, 85.

BERRY in Maryland Survey 1911, S. 384, Taf. 61.)

Sammlung Göttingen. - Unsere Fig. 28.

Ein junger Langtrieb, 12 cm erreichend, die Blätter ungerechnet. Die letzteren von denen etwa 15 ± deutlich sichtbar oder doch in Spuren angedeutet sind - z.T. nur die Anheftungsstellen - erreichen mindestens 10 cm Länge, wahrscheinlich erheblich mehr. Sie standen ± paarweise bzw. opponiert. Die der rechten Seite treten unter der Spindel haraus, die der linken sind oberseits der Spindel auf deren linker Hälfte angeheftet. Ein Blattscheitel nicht erhalten. Breite der Blätter etwa 0,5 cm im Maximum. Gegen die Basis sind sie allmählig verschmälert, doch nicht bis zu einem eigentlichen Stiel; vielmehr sind sie mit ganz leicht verstärktem Fuss quer zum Zweige sitzend. Meist stehen sie zu ihm in ziemlich spitzem Winkel. Die parallelen Adern - etwa 10 - sind auf beiden Seiten der Blätter sichtbar und scheinen, je nach der Beleuchtung, aus 2 oder mehreren Nerven zusammengesetzt zu sein, entfernt erinnernd etwa an *Cordaites*-Arten.

Hervorragendes Interesse bietet die Scheitelpartie unseres Stückes: Gerade in Verlängerung der Sprossaxe lieger 2 Blattpaare, je fast genau sich deckend, aufeinander. Sie sind mindestens 10 cm lang, besitzen aber nur etwa die Hälfte der vollen Breite. - Unser Stück beweist so: Es ist kein Zufall, dass wir mehrfach an Abbildungen entsprechender *Podozamites*-Exemplare die Blätter um den Scheitel besonders dicht beisammen finden (vergl. SCHENK, Grenzschichten, Taf. 35, Fig. 8; Taf. 37, Fig. 1, *Zamites distans*; WARD, Stat. Mes. Flor. 1900, Taf. 63, Fig. 4, *Podozamites lanceolatus Braun*). Offenbar waren unsere scheitelständigen Blätter noch in der Entwickelung und haben die embryonale Lage noch nicht ganz aufgegeben. In dieser waren sie eng aufeinander gelegt, sodass sie sich gegenseitig deckten,

vielleicht paarweise. - Aber auch abgesehen von jenen jüngsten und schmalsten Blättern liegen im oberen Teil unseres Fossils mehrere, etwa 3, unmittelbar neben- und aufeinander und gleichzeitig gerade auf der Spindel. Das zeigt, dass auch sie sich wohl noch nicht sehr weit aus der Gedrängtheit der Knospenlage entfernt hatten. - Wollten wir eine Knospe zu rekonstruieren versuchen, so müssten wir sie wahrscheinlich recht gross und lang annehmen, vielleicht ähnlich wie bei Cordaiten. Nach Cordaitenart rückten dann die Blätter mit der Entwickelung des Triebes allmählig auseinander, wobei die herzständigen am längsten nahe beisammen blieben (oder dauernd ein kleines Endbüschel bildeten?).

Fig. 28. *Podozamites longifolius n. sp.* 6 : 10.

Damit kommen wir zu einem ziemlich vollständigen Verständnis unseres Stückes, bei dem der Gegensatz zwischen dem recht zarten Zweige und der verhältnismässig grossen Zahl langer kräftiger Blätter auffällt: ein solcher Bau war wohl nur möglich bei sehr weitgehender Vorentwickelung der Blätter in der gemeinsamen Stammknospe.

Leider sagt uns dieser interessante Einblick in die ontogenetische Entwickelung der Pflanze doch nichts endgiltiges über ihre Verwandtschaft. Dass es sich bei diesem *Podozamites* nicht um einen Cycadeenwedel handelt, halten wir für ziemlich sicher. Die anscheinend paarweise opponierten Blätter erinnern stark an *Nageiopsis longifolia Fontaine*, etwa um die gleiche Zeit in Amerika auftretend. Der Hauptunterschied liegt darin, dass bei *Nageiopsis* die Blätter in ganz ausgesprochene Kammstellung übergingen unter basaler Drehung um ihre eigene Längsaxe; sie erscheinen daher gegen die Basis hin im Abdruck stielartig schmal. Möglich wäre es, dass junge Triebe von *Nageiopsis* vor Eintreten der Kammstellung unserm Reste glichen.

Zahlreich kennt man *Podozamites*-Reste ähnlicher Art mit ± opponierten Blättern. Nur sind diese gewöhnlich nicht so lang lineal. Nahe verwandt ist vielleicht SCHENKs *Zamites angustifolius* aus den Grenzschichten, der aber durch seine geringere Grösse, seine angeblich kurzen Blätter, endlich durch die basale Anschwellung des Triebes doch wesentlich abweicht.

Noch fehlt überhaupt eine klare Scheidung zwischen Podozamiten und *Nageiopsis*. Sie wird an Hand umfassenderen Materials durchzuführen sein. - Aber damit sind die Verwandtschaftsmöglichkeiten nicht erschöpft. Man kann denken an unsern *Podozamites vallisnerioides* (dann würde aber der Erhaltungszustand der Blätter sehr abweichen!); an die *Baiera cretosa* der Wernsd. Schichten; vielleicht auch an *Phoenicopsis*, sonst durch Kurztriebe charakterisiert. - Eine beachtenswerte Ähnlichkeit besteht endlich mit Cordaiten (*Poacordites* "): Analog ist die Anheftungsweise der Blätter (quer zur Abstammungsaxe; Andeutung eines Kissens); analog wäre die Büschelung am Zweigende. Auch in der Nervatur können wir mindestens kein Hindernis gegen eine solche Deutung finden. - Cordaiten in der Kreide wäre freilich

ein paläontologischer Anachronismus.

BAIERA (?) *SALFELDI n. sp.*

Vergl. bes. *Baiera pulchella Heer*: HEER, Fl. foss. arct. 4, Beitr. z. Juraflora Ostsibiriens u. des Amurlandes, 1877, S. 114, Taf. XX, Fig. 3 c; 22, Fig. 1 a; 28, Fig. 3; u. 1878, S. 24, Taf. VII, Fig. 1.

Auch *Baiera palmata Heer* und *Podozamites lanceolatus Lindl. sp.* (HEER. 1876, Fl. Spitzberg. Taf. VII, Fig. 4/5).

Vergl. bes. *Rhiptozamites Göpperti Schmalhausen*, in SCHMALHAUSEN 1879, Beitr. z. Jur. Fl, Russlands, S. 32, Taf. IV, Fig. 2, 3, 4 (Bezw. *Noeggerathiopsis Hislopi Bunb.* bei FEISTMANTEL, Godwana-Fl. u.s.w.).

Ein Exemplar aus dem Barrémienton von Hildesheim. Samml. Gött. - Unsere Figur 29.

Fig. 29: *Baiera (?) Salfeldi nov. spec.* 5 : 6.

Das Blatt ist 18 cm lang, im Maximum 3,2 cm breit, spathelförmig lanzettlich, und verschmälert sich ganz allmählig zu einem Stiel, der einfach die Blattfläche fortsetzt; bei 1/3 der Gesamtlänge, 6 cm von unten, hat es noch die halbe Breite. Fussende selbst nicht erhalten; doch wird, den Massverhältnissen nach, kaum viel dazu fehlen. Ebenso dürfte das Oberende annähernd dem wirklichen Scheitel entsprechen. Blatt ganzrandig. Nicht sehr starke Kohleschicht, die die Nerven auf der Ober- wie der Unterfläche etwas hervortreten lässt. - Auf den ersten Blick scheint ein Mittelnerv vorhanden zu sein; genauere Untersuchung lehrt, dass umgekehrt das Stück gerade in der Mittellinie am dünnsten ist und aus 2 fast gleich breiten selbständig nervierten Hälften besteht, die im Leben in ihrem oberen Drittel oder noch weiter hinab durch einen Schlitz getrennt waren. Vielleicht erst bei der Einbettung oberer Teil der linken Blatthälfte etwas über die rechte weggeschoben. Dem linken Rand der rechten Blatthälfte entspricht die feine Kante, die in gerader Verlängerung der im unteren Drittel ganz deutlichen Mittellinie über die linke Hälfte des Fossils gegen den Scheitel hin verläuft. Mit der gedoppelten Blattanlage stimmt der Verlauf der Nervatur überein. Diese ist zu den Rändern parallel, auf beiden Blatthälften sowohl gegen aussen wie gegen bewusste Mittellinie hin sich ein wenig verfeinernd; ganz oben wird durch die Umbiegung der linken Blatthälfte ein Konvergieren vorgetäuscht. - Die Aderung macht einen etwas rauhen, nicht ganz regelmässigen Eindruck; die einzelnen Nerven treten auf längere oder kürzere Strecken deutlich hervor um sich dann zu verlieren. Eine Dichotomie der Gefässbündel ist, der ganzen in die Länge gedehnten Form entsprechend, nur vereinzelt schwach zu erkennen. Beide Blatthälften sind ganz flach konkav, ihre randlichen Teile dünner als jeweils die Mitte der einzelnen Blatthälfte. - Lage des Blattes dorsal oder ventral?

Das Fossil stellt, soweit wir festzustellen vermochten, für die bewussten Schichten etwas ganz Ungewöhnliches dar. - Da schlechte Erhaltungsfähigkeit infolge besondrer Zartheit der Gewebe für die Isoliertheit

des Fundes nicht verantwortlich gemacht werden kann, muss die betr. Pflanze relativ selten gewesen sein. - Ihre wirkliche Stellung ist unsicher. In Frage kommen als verwandt hauptsächlich *Noeggerathiopsis* und Ginkgophyten.

Die Grössenverhältnisse würden wohl am besten mit gewissen Exemplaren von *Noeggerathiopsis-Rhiptoza,ites* übereinstimmen, auch die Form, wenn man das Blatt als einheitliches auffassen wollte. Und überdies hat SCHMALHAUSEN von seinem *Rhiptozamites*-Material das Vorkommen von Mittelfalten beschrieben, die einer Mittelrippe ähnlich sehen und möglicherweise auf enge Beziehung zu unserm Rest hinweisen.

Eine wirkliche Zweiteilung der Blattfläche in wohl entsprechender Weise haben wir bei der allerdings kleineren *Baiera pulchella* gefunden. Der Vergleich mit *Ginkgodium* versagt wegen der in unserm Fall ganz fehlenden Randverdickung.

Interessant ist unser Stück vor allem durch die eigenartige gedoppelte Blattanlage. Diese ist bis zum Grunde vollständig durchgeführt ohne Zusammenhang durch einen eigentlichen Stiel, wie er sonst bei Ginkgophyten ± vorhanden zu sein pflegt. Andererseits ist im Gegensatz zu sonstigen Ginkgophyten das Divergieren der Blattlappen ganz spitzwinkelig geworden oder fast verschwunden. (Vielleicht blieben sie bisweilen ganz verwachsen oder es bildete sich nur eine Längsfalte oder ein ± tiefer Schlitz; so kämen wir zu *Rhiptozamites*).

Eine doppelte Blattanlage ist aber überhaupt für viele alte Gymnospermen charakteristisch. Gerade deshalb existieren noch andere Verwandtschaftsmöglichkeiten. Vielleicht handelt es sich bei *Baiera Salfeldi* um eine selbständige Gruppe, die anderen Formen nahe stehen mag, ohne doch sich irgendwo ganz einzufügen.

Baiera pulchella beschreibt HEER in seiner Juraflora Ostsibiriens und des Amurlandes und vergleicht damit auch ein Stück von Andö in Norwegen.

Rhiptozamites, wahrscheinlich eng verwandt mit *Noeggerathiopsis*, einer bezeichnenden Form der Gondwanaflora, die aber auch von der Dwina bekannt ist, kommt vor im Kohlenbassin von Kusnezk am Altai (wohl jurassisch), ferner in Jurafloren von der Unteren Tunguska wie vom Petschoraland.

In *Baiera* (?) *Salfeldi* haben wir ein höchst eigentümliches Mitglied einer altertümlichen, reich entwickelten Gymnospermenwelt, dessen speziellere Verwandtschaft noch nicht völlig geklärt ist; doppelt merkwürdig ist diese Form durch ihr isoliertes Vorkommen in so relativ jungen Schichten, vielleicht auch durch ihre geographischen Beziehungen.

DESMIOPHYLLUM sp. (Lesqu.) (?= CTENOPSIS Berry sp.).

Zu *Desmiophyllum* vgl. SOLMS-LAUBACH, in Kgl. Svensk. Vet. Ak. Handl. 37, nr. 7, p. 8, 1904.

Ferner GOTHAN, Unterliass. Flora der Geg. v. Nürnberg, *Desmiophyllum sp.* S. 161, bzw. Tafel 30, Fig. 1.

Zu *Ctenopsis* vgl. *Ctenophyllum Wardii Fontaine* in WARD, Stat. Mes. Floras of the U. St. 1900, Taf. 59; 1905, Taf. 23, besonders Fig. 5, 8, 9.

Ctenophyllum latifolium Fontaine 1890, Potomacflora, Taf. 68, Fig. 2, 3.

Ctenopsis latifolia (Fontaine) nach BERRY, Maryland-Survey 1911, S. 349, bzw. Taf. 55, Fig. 1, 2.

Ein Exemplar vom Borgberg; Samml. Göttingen. - Unsere Fig. 30.

Bandförmiger, schön parallelnerviger Abdruck wahrscheinlich der Blattunterseite (Randlinie nach unten ins Gestein geprägt!); 1,4 cm breit, mindestens 30 Nerven; 4 cm langes Bruchstück. Bezeichnungsweise "*Desmiophyllum*" nach dem Beispiel GOTHANs, der für etwas breitere, aber ebenso genervte Stücke auf diese Nomenklatur zurückkommt im Anschluss an SOLMS-LAUBACH. Dieser hatte den Namen vorgeschlagen für eine Sammelgattung, die solche lang-bandförmige Blätter umfassen sollte, die bisher keiner näheren Bestimmung fähig sind. Vielleicht handelt es sich nach GOTHAN um ein Einzelblatt von *Cordaites*-Habitus.

Nach unserer Ansicht ist viel wahrscheinlicher eine Zusammengehörigkeit mit *Ctenopsis Berry*. Obgleich eine Gabelung der Nerven nicht unmittelbar festzustellen ist. ist die Übereinstimmung z.B. mit *Ctenophyllum Wardii Fontaine* (Jura

von Kalifornien u. Oregon) überzeugend. *Ctenopsis* auch noch in der u. Kreide von Nordamerika.

Erweist sich unsere Vermutung als richtig, so ist damit in der deutschen Unterkreide ein neues Element alt-mesozoischer Verwandtschaft und weiter Verbreitung nachgewiesen.

Cf. *EOLIRION PRIMIGENIUM Schenk.*

SCHENK, Flora der Wernsdorfer Schichten, S. 19; Taf. VII, Fig. 4.

Ein Stück aus dem Barrémienton von Hildesheim (Sammlung Göttingen).

"Schilfartiger" Blatt-(?)rest. fast ganz gerade und lineal, 19 cm lang, durchweg etwa 1 cm breit; weder Basis noch Scheitel erhalten. Ein unter spitzem Winkel gegen das eine Ende konvergierender Kohlerest mag einem Nachbarblatt entsprechen. Substanzlage in Übereinstimmung mit SCHENKs Beschreibung sehr dünn. Kaum wahrnehmbare, gleichmässige Parallelnervatur, noch feiner als bei SCHENKs Exemplar. Spuren einer zarten Längsrippe bzw. einer Längsfalte nahe dem einen Seitenrand des Fossils; der deutlich abgetrennte Randsaum etwas tiefer gelegen als die übrige Blattfläche.

Der äusserst zarte Bau des Gewebes, der bei Behandlung mit Eau de Javelle noch deutlicher wurde, zeichnet den Rest gegenüber vielen anderen bandförmigen Blättern des Mesozoikums aus.

Fig. 30. *Desmiophyllum sp. Solms.* (=? *Ctenopsis Berry*). 1,3 : 1.

Unserm Stück scheint nach Massen, Dicke der Substanzlage, eigenartiger Faltenbildung überraschend ähnlich ein "*Phoenicopsis*" (?) *sp.. Fontaine* , aus dem Jura von Oregon (WARD Stat. Mes. Fl. 19o&, Taf. 34, Fig. 13, 14).

Das gelegentliche Auftreten ± ähnlicher Reste da und dort im Mesozoikum macht es wahrscheinlich, dass es sich auch in diesem Fall um ein Glied der kosmopolitischen Jura-Kreide-Flora handelt.

Doch besteht weder über die systematische Stellung noch über die Verbreitung von *Eolirion* Klarheit.

Problem: Notwendig wäre eine gründliche, möglichst auch mikroskopische Behandlung der bandförmigen Blattreste des Mesozoikums; es ist nicht berechtigt, diese Gruppe, die vielleicht eine mannig-faltige Sammelgruppe darstellt, wegen ihrer Schwierigkeit stets nur nebensächlich zu behandeln.

WIDDRINGTONIA REICHII (Ettingsh.) sp. Velenovsky.

VELENOWSKY, Gymnosperm. d. böhm. Kreidefrom. S. 27; Taf. 8 u. 10.
KRASSER, Kreideflora von Kunstadt, S. 126.

Ein Exemplar aus dem Barrémienton von Hildesheim; Römermuseum.

Insgesamt 20 cm langes, teils als Kohle, teils nur noch als Abdruck erhaltenes Stück: Ein Hauptästchen, das unter spitzem Winkel ein Seitenästchen abgibt. Beide teilen sich dann unter ganz spitzem Winkel in der typischen Weise in äusserst feine, rutenförmige Zweigchen auf. Schmale Schuppenblätter, die nur mit kurzer Spitze schwach vom Ästchen abstehen, spiralig und locker angeordnet sind. Im Negativ hinterlassen die mit in die Dicke wachsenden lang herablaufenden Blättchen sehr scharfe Eindrücke. U.a. erkennt man so deutlich einen Rückenkiel.

Trotz fehlender Fruktifikation dürfte die Bestimmung bei dem klar ausgesprochenen Habitus des Stückes einwandfrei sein.

In der Literatur wäre vielleicht auf die Möglichkeit einer Verwechselung mit *Sphenolepidium Kurrianum* zu achten.

V o r k o m m e n . - Der Nachweis von *Widdringtonia Reichii* im Barrémien von Hildesheim ist interessant, insofern es wohl das erste Auftreten dieser Art bedeutet, die sonst eine Charakterpflanze des europäischen und amerikanischen Cenomans darstellt, aber auch noch höher hinaufgeht.

Niederschöna (*"Frenelites Reichii" Ett.*) - Unt. Cenoman.
Perutzer Schichten (VELENOWSKY), Cenoman, sehr charakteristisch.
Grönland (Atane, d.h. Cenoman; daneben *Widdringtonia subtilis*);(Patoot, d. h. Senon).
Nordamerika (Raritan u. Magothy-Sch., d.h. Cenoman; Dakota-Gruppe, d.h. Cenoman als *Glyptostrobus gracillimus Lesq.*); ein unmittelbarer Vorfahre ist nach BERRY:
Widdringtonites ramosus (Fontaine) Berry(charakteristisch für Patapsco = ca. Albien). Diese Form vielleicht auch schon in der Kootanieform., d.h. im Barrémien, vorhanden.
Die Gattung *Widdringtonia* ist jedoch erheblich älter und erstreckt sich andererseits bis in die Gegenwart, wo sie sich auf Südafrika und Madagaskar beschränkt.
Widdringtonia microcarpa Sap.. Unt. Weiss. Jura.
Widdringtonia Lisbethiae Salfeld, Korallenool. von Salzhemmendorf.
Mehrere Arten im Tertiär.
Rezent noch 3 Arten.

FRENELOPSIS HOHENEGGERI Schenk.

SCHENK, Flora der Wernsd. Schichten S. 13.
Vier Exemplare aus dem Barrémienton von Hildesheim. - Unsere Figuren 31, 32.

Fig. 31. *Frenelopsis Hoheneggri*.. 2,8 : 10.

Fig. 32. *Frenelopsis Heneggeri. ca.* 4 : 1.

Unsere Reste erlauben eine Erweiterung unserer Kenntnisse in mehrfacher Hinsicht. Ihr Erhaltungszustand ist recht gut, die typischen Spaltöffnungen sind vorzüglich zu erkennen.

Zunächst möchten wir aufgrund unseres Materials ausdrücklich 2 Typen unterscheiden, die in der Literatur nicht deutlich genug auseinander gehalten werden. Allerdings handelt es sich dabei wahrscheinlich nur um verschiedene Partien bzw. Altersstadien derselben Pflanze.

Bei der stärker vertretenen jugendlichen Form (Fig. 31, 32) sind die Triebe schlank, die Verzweigung ist wechselständig. Die Länge der einzelnen Glieder, aus denen sich die Zweige zusammensetzen, ist etwas verschieden. So heben sich Stellen stärkeren Längenwachstums - ohne Verzweigung - hervor gegenüber Strecken, wo Glied für Glied nach rechts bzw. links einen Trieb abgibt.

Bei unserm zweiten *Frenelopsis*-Typus ist im Verlauf des Wachstums der regelmässige Aufbau in den Hintergrund getreten. Von einer dicken, basalen Mitteaxe (vorn abgebrochen?) mit relativ sehr kurzen Gliedern entspringen dicht beisammen 7 - 8 schlankere, aus verhältnismässig langen (bis 8 mm) Gliedern bestehende Zweige, die ungeteilt zu bleiben scheinen und in flach geschlängeltem Verlauf gegen 40 cm weit zu verfolgen sind. Abbildungen ähnlichen Charakters bieten z.B. HEER, Fl. foss. arct. III, Taf. 19, Fig. 5; FONTAINE, Potomac Flora, Taf. 111, Fig. 1 (*"Fenelopsis parceramosa"*), vielleicht *Frenelopsis Königii Hos. u.v.d.*

Marck, Fig. 148 = bei FONTAINE, Taf. 112, Fig. 5 ("*Frenelopsis parceramosa*") könnte man allerdings an wirklich quirlige Verzweigung denken, von der der Autor auch spricht. - Es ist also über dieses Problem noch weitere Aufklärung nötig.

Ein noch wichtigeres Ergebnis bietet unser Material in anderer Hinsicht; es beweist: Die Rinde ist aufzufassen als bestehend aus herablaufenden, ihren Stengel völlig einhüllenden Blättern. Die Stengel-Aussenseite entspricht also Blatt-Unterseiten; ihre Ausstattung mit Spaltöffnungen wird dadurch ohne weiteres verständlich und ebenso ihre Assimilationstätigkeit. Damit dürfte überhaupt der spezifische Charakter von *Frenelopsis* enträtselt sein. Denn augenscheinlich ist auch die Gliederung sekundär eine Funktion der Blattlänge: Der Blattpanzer war als festigendes Element z.T. wichtiger geworden als das innere Gewebe.

Mit unserer Anschauung vom Herablaufen der Blattbasen treten wir in Gegensatz zu fast allen Autoren. SCHENK z.B. glaubte, es handle sich um kurze, schuppenförmige, dreieckige Blättchen, die durch lange Internodien getrennt seien. Aber auch noch neuste Forscher, wie FONTAINE und BERRY schliessen sich dieser Meinung an, Unrecht hat aber wohl auch ZEILLER, wenn er (nach. SCHENK, Lehrb.) nur für die seitlich stehenden Blättchen herablaufende Basis angibt. Einzig der erste Beobachter, ETTINGSHAUSEN, scheint richtig gesehen zu haben, wenn er von den Blättern spricht als "quadrifariam imbricatis".

Unsere Anschauung gründet sich auf folgendes: Seitenzweige entspringen jedesmal in einer Blattachsel. Nun bricht aber bei unserm Material der Seitentrieb nicht an einer Gliedergrenze hervor, sondern stets etwa im oberen Drittel eines Gliedes. Es kann also auch nicht die in grösserer Entfernung darunter oder gar die darüber stehende Schuppe sein Tragblatt sein. Dieses ist vielmehr mit seinen Nachbarblättern zum Panzer verwachsen. Den zu durchbrechen erfordert aber eine gewisse Kraft; die Zweiganlage entwickelt sich daher eine Strecke weit innerhalb des Panzers. Erst im oberen Drittel des Giedes gelingt in unserm Fall der Durchbruch. In sehr charakteristischer Weise wird dabei der Panzer aufgeschlitzt, wahrscheinlich auf der Verwachsungsnaht der Blättchen (Fig. 32). Die benachbarten Ränder des Panzergewebes sind dabei oft deutlich aufgewulstet wie ein im Wege stehender Fremdkörper.

Unsere neu gewonnene Erkenntnis ist zweifellos auch systematisch verwertbar, wenn sie auch nicht allein zur Charakterisierung der Arten genügen dürfte. (Eventuell verschiedenes Verhalten an verschiedenen Stellen der gleichen Pflanze?, Übergehen der Extreme ineinander?). Als Beispiele verwenden wir neben unserm eigenen Material die *Frenelopsis bohemica Velenowsky* (Sitz. Böhm. Ges. d. Wiss. 1887, S. 590, bzw. Fig. 1 und 2) und *Frenelopsis ramosissima Fontaine* (vergl. Maryland Survey, Lower Cret. 1911, Tafel 71, Fig. 1 und 6). Bei letzterer sehen wir die Seitentriebe gleich unten am Glied vervortreten. Sie sind daher mit diesem nicht weiter verwachsen, ihre erste Abgliederungsfläche liegt weit draussen. - Bei unserm eigenen Material steckt gleichsam das unterste Glied des Seitentriebes zum grossen Teil mit im Panzer des Abstammungsgliedes. Die erste Quergliederung folgt daher ziemlich dicht hinter der Durchbruchsstelle. Das Extrem nach dieser Seite bietet *Fernelopsis bohemica*, wo Mutter- und Tochtertrieb auf der Strecke eines ganzen Gliedes vereinigt bleiben und die erste Trennungsfläche des Tochtertriebes mit der Gliederungsstelle des Muttertriebes so verschmilzt, dass eine Art Dichotomie entsteht. Bezeichnender Weise trägt denn auch hier der Tochtertrieb gleich an der Abgleiderung wieder 2 transversale Schuppen. Der Panzer wird hier nicht eigentlich durchbrochen, sondern nur am Oberende des Gliedes etwas auseinandergetrieben.

Prüfen wir die Abbildungen SCHENKs auf die gewonnenen Kriterien hin, so ergibt sich keine volle Eindeutigkeit. Zum grossen Teil entsprechen sie nicht unserm eigenen Material. Vielleicht gab es verschiedene Unterarten, oder *Frenelopsis Hoheneggeri* basass erhebliche Variationsbreite. Weitere Untersuchungen sind nötig. - Auffällig ist, dass auch noch in der neuesten Literatur (GOTHAN 1921) behauptet wird, es fehle der Nachweis der zugehörigen Fruktifikationen. VELENOWSKYs darauf bezügliche Arbeit dürfte, weil böhmisch geschrieben, übersehen worden sein (in Abh. böhm. Ges. d. Wiss. Prag 1890, Taf. II, Fig. 3. 4).

V e r w a n d t s c h a f t . - *Frenelopsis* zeigt gewisse Abweichungen von den beiden nächststehenden rezenten Vergleichsformen, *Frenela (Hexaclinis)* und *Callitris quadrivalvis*. Besonders weitgehende Übereinstimmung dürfte jedoch zwischen letzterer und *Frenelopsis bohemica* bestehen. Beide besitzen die oben als dritte beschriebene Art der Abgliederung.

Bezeichnenderweise haben alle noch lebenden Vergleichsformen ein beschränktes Verbreitungsgebiet. Völlig ausgestorben ist mit *Frenelopsis* die Form, die wohl am extremsten spezialisiert war, und zwar in Richtung auf die nach aussen ganz geschlossene Idealform des Xerophyten. Vielleicht dürfen wir das Durchbrechen des eigenen Blattpanzers bereits als das Kennzeicher einer Überentwickelung betrachten, die sich ins Gegenteil verkehrte.

V o r k o m m e n . - Bei einem Überblick über die Fundortsangaben ergibt sich: *Frenelopsis* ist mindestens Europa und Nordamerika (bzw. Grönland) gemeinsam. Wichtig ist, dass es im Weald Englands wie Nordwest-Deutschlands nicht nachgewiesen worden ist. Die Gattung scheint jünger mesozoisch zu sein Ähnlich der *Widdringtonia Reichii* . - Besondere Bedeutung besitzt die Form im Hinblick auf die Parallelisierung unserer Hildesheimer Barrémienflora mit der der Wernsdorfer Schichten.

BRACHYPHYLLUM sp. cf. OBESUM Heer.

SEWARD, Wealdenflora II, S. 218.

Ein Exemplar aus dem Barrémienton von Hildesheim. Samml. Göttingen.

55 cm langes, oben wie unten abgebrochenes Ästchen, teils Substanz, teils nur Abdruck. In wechelständiger Anordnung gibt es unter mässig spitzem Winkel 4 Seitenzweigchen ab; ganz oben an der Abbruchstelle folgte eine weitere Verzweigung. Die Zweige sind ziemlich steif gerade, kurz und besitzen stumpf gerundete Enden; ebenso wie das bis 4 mm breite Hauptästchen gleichmässig platt-cylindrisch. Die breitrhombischen Blätter lassen vereinzelt leichte Zuspitzung erkennen und sind auf dem Rücken gegen den Scheitel konvergierend fein gestreift. Die Blattstellung dürfte etwa auf der Grenze liegen zwischen spiraliger und dekussierter.

Wir fassen *Brachyphyllum obesum* mit SEWARD und im Gegensatz zu SAPORTA in weiterem Sinn. - Eine erhebliche Ähnlichkeit, vielleicht Identität, besteht auch zu VELENOWSKYs *Echinostrobus squamosus* , der von amerikanischer Seite als ziemlich identisch mit *Brachyphyllum macrocarpum* aus dem amerikanischen Cenoman betrachtet wird.

Recht unklar sind die Verwandtschaftsverhältnisse der Gattung. Vielleicht handelt es sich in unserm Fall um eine Übergangsform zwischen Taxodineen und Cupressineen (Blattstellung!), wie das VELENOWSKY auch bezüglich seines *Echinostrobus squamosus* annehmen möchte.

S t r a t i g r a p h i s c h e s . - *Echinostrobus squamosus Vel.* - Cenoman Böhmens.

Brachyphyllum obesum. - Urgon u. Apt. Portugals (HEER, SAPORTA); Weald Englands (SEWARD).

Aus Weald Nordwest-Deutschlands u. Wernsdorfer Schichten nicht angegeben.

Nahe stehend: *Brachyphyllum spinosum Sew.*, Weald Englands.

In Amerika: *Brachyphyllum crassicaule Font.* (nach SEWARD vielleicht = *obesum*) Patuxent - Patapsco.

Brachyphyllum parceramosum Font. Patuxent - Arundel.

Brachyphyllum macrocarpum Newb. (Grönland - Alamaba u. Kansas; Cenoman - Senon).

Diese typischen Brachyphyllen, zu denen unser Stück gehört, sind also Glieder der europäisch-amerikanischen Flora in Unter- und Oberkreide.

Die Gattung *Brachyphyllum*, die aber recht heterogen sein mag, wird bereits im Permo-Carbon Australiens erwähnt (FEISTMANTEL).

Cf. *CYPARISSIDIUM GRACILE Heer.*

HEER, Flora foss. arct. III, S. 74, Taf. 17, 19, 20, 21.
VELENOWSKY, Gymnosperm. d. böhm. Kreideform. S. 17, Taf. 8.
Ein kleines Exemplar aus dem Barrémienton von Hildesheim. Samml. Göttingen.
Beste habituelle Übereinstimmung unseres Fossils mit *Cyparissidium gracile*, wie es z.B. von HEER und VELENOWSKY abgebildet wird. Zu ganz sicherer Bestimmung ist der Rest jedoch nicht ausreichend, bes. wegen der grossen Ähnlichkeit zwischen *Cyparissidium gracile* und jungen Zweigen von *Sphenolepidium Kurrianum*.
Vorkommen von *Cyparissidium gracile:*
In Grönland von Unterer Kreide (Kome) bis in die obere und oberste Kreide;
Böhmen: Plänerschichten (VELENOWSKY meldet aus Böhmen noch 2 weitere Formen).
Frankreich: Turon.
Quedlinburg (Ostabhang der Altenburg); wahrscheinlich Unter-Senon.
Zwei andere Arten in der Gosauform. von Salzburg (nach SCHENK).

SEQUOIA-artige Reste.

Eine Anzahl kleinerer und grösserer Stücke aus dem Barrémienton von Hildesheim.
Eine genauere Bestimmung im einzelnen ist vorläufug unmöglich. Augenscheinlich befand sich die Gruppe damals in starker Entwickelung. Daher sind, ähnlich wie bei *Weichselia*, alle möglichen Formen und Zwischenformen vorhanden, die eine einheitliche stratigraphisch und systematisch befriedigende Verarbeitung bisher vermissen lassen.
Sphenolepis Sternbergiana Schenk, Wealdenflora S. 234, Taf. 37, 38.
Für die verschiedenen Sequoien vergl. bes. HEER III, Kreideflora der arct. Zone, S. 77 ff.
Sequoia gracilis Heer III, S. 80 Taf. 18, 22 (Komesschichten).
Sequoia fastigiata Stbg. HEER, Bd. 6 (Atanesch.), Bd. 7 (Patootsch.).
Sequoia subulata Heer, Bd. 6, Atanesch. S. 54.
Sequoia subulata var. foliis latioribus Heer.
Sequoia delicatula Fontaine 1889, Potomacflora, S. 247 Taf. 121, Fig. 3.

SEQUOIA sp. cf. SPENOLEPIDIUM STERNBERGIANUM Schenk.

Vorbem.: Die Gattung *Sphenolepidium* (ursprüngl. "*Sphenolepis*" *Schenk)* ist keine einheitliche.
Sphenolepidium Kurrianum Schenk gehört, wie der Vergleich besonders gut erhaltener Stücke der Göttinger Sammlung (aus dem Deister, Wealden) zeigt (Fig. 33), wahrscheinlich in die Gruppe der *Sequoia gracilis Heer* (Komesschichten). Es scheint dabei etwas zarter zu sein und noch etwas dichter geschlossene Blätter zu haben als die Grönländer Form.

Fig. 33. *Sphenolepidium Kurrianum.* 3 : 10.

Andererseits hat eine Neuuntersuchung der von SCHENK abgebildeten Zapfen von *Sphenolepidium Sternbergianum* (vom Stemmerberg bei Hannover; Fl. N.W. Deutsches Wealden, Taf. 38 Fig. 10) sehr wahrscheinlich gemacht, dass man ihn zu *Elatides* stellen darf, vrgl. SEWARD, 1911 "*Elatides*" *Sternbergianum(Schenk)* . Trotzdem halten wir enge Beziehungen zu *Sequoia* keineswegs für ausgeschlossen. Insbesondere weist die Beblätterung der von SCHENK hierher gezogenen Stücke, deren Zusammengehörigkeit mir jedoch z.T. nicht bewiesen erscheint, auf eine systematische Stellung mitten unter der Gruppe der Sequoien hin.
Zu den Sequoien, die an *Sphenolepidium Sternbergianum* erinnern, stellen wir hier bis auf weiteres zwei grössere Stücke und einen kleinen, 4 cm langen Rest. - Bei letzterem stehen die Blätter noch viel stärker ab als bei ähnlicher Exemplaren SCHENKs, fast unter einem Winkel von 90°. In diesem Punkte besteht Übereinstim-

mung mit *Sphenolepidium Sternbergianum Dunk. sp.*, wie es HEER von Valle de Lobos in Portugal abbildet.

Die beiden andern Stücke sind charakterisiert durch ihre nicht allzu reichliche spitzwinkelige Verzweigung bei sehr schlankem Wuchs. Die Nadeln scheinen vor allem an den jüngsten Teilen der Seitenzweigchen paarweise beisammen zu stehen u. sind jeweils vom nächsten Paar relativ weit entfernt, entsprechend dem von SCHENK zu *Sphenolepidium Sternbergianum* gerechneten "*Muscites Sternbergianus*" RÖMERs. (Nicht, wie SCHENK glaubt, besonders schlechter Erhaltungszustand, sondern eine Partie raschesten Längenwachstums!) - Scheitelteil der Blätter stark sichelförmig abgebogen, Basalteil herablaufend.

Die Stellung der Nadeln dicht unter der Scheitelknospe eines etwas grösseren Seitenzweigchens an dem Exemplar lässt die Vermutung zu, dass männliche Zäpfchen in ihren Achseln gesessen haben. Sonst pflegen die männlichen Blüten ebenso wie die weiblichen einzeln an Zweigenden zu stehen; doch kommt jener Fall auch bei rezenten Sequoien vor und ähnlich bei andern Familien der Taxodieen.

Geol. Verbreitung.

Sphenolepidium Sternbergianum Schenk. - Weald Nordwestdeutschlands; Neokom von Quedlinburg (nach RICHTER);
als "*Elatides Sternbergiana*" (SCHENK) nach SEWARD im engl. Weald und Jura von Sutherland.
(*Elatides falcata Heer* -Ober-Jura von Irkutsk.)
Sphenolepidium Sternbergianum sp. - Unterkreide (Neokom-Albien) Portugals nachher.
Sphenolepidium Sternbergianum Schenk und einige nahe verwandte Arten - Nordamerika, Patuxent - Patapsco (FONTAINE, BERRY).
Zwar tritt nach SCHENK die Gattung *Sphenolepidium* bereits im Rhät Südamerikas und im Unterlias von Metz auf. Wirklich vergleichbare Reste haben wir jedenfalls im oberen Jura, hauptsächlich aber in der Kreide.
Dem allgemeinen Bau, besonders der Beblätterung nach verwandte Züge trifft man bei verschiedenen *Sequoia*-Arten (*S. ambigua, S. Reichenbachii, S. concinna, S. fastigiata* etc.).

Ergebnisse:

1. *Sphenolepidium Kurrianum* des Weald wohl zur Formgruppe der *Sequoia gracilis Heer* (Komeflora).
2. Der Zapfenbau von SCHENKs *Sphenolepidium Sternbergianum* aus dem Weald weist auf *Elatides*. Bestätigung für SEWARDs *Elatides Sternbergiana* ".
3. Der allgemeine Charakter von *Sphenolepidium Sternbergianum* ebenso wie der unserer Stücke entspricht *Sequoia*. Besonders bemerkenswert: a. schlanke, junge Zweigchen, stärksten Längenwachstums mit paarweise lockerstehenden Blättchen; b. Vorkommen ährenförmiger Anordnung männlicher Zäpfchenreste (?).

SEQUOIA cf. FASTIGIATA Heer.

Fünf Reste aus dem Barrémienton von Hildesheim.
Die von uns hierher gezogenen Reste dürften schwerlich ganz einheitlich sein. Immerhin lassen sie sich am ehersten unter *Sequoia fastigiata* subsumieren.
Stark sichelförmig gekrümmte Blättchen fehlen; sie stehen meist ziemlich dicht und sind im Vergleich mit voriger Form mehr angedrückt.
Ein Exemplar steht durch seine zahlreichen, ziemlich kurzen, verhältnismässig steifen, scheitelwärts gerichteten Zweigchen, überhaupt durch seinen gedrungenen Bau zu dem unter voriger Art erwähnten, schlank gebauten Stück in stärkstem Gegensatz. Übergehen der Blätter in Schuppen, die mit dem dicker werdenden Zweig in die Breite wachsen.
Während die meisten Stücke Scheitelteile von Ästchen mit weitgehender Auflö-

sung in Zweigchen sind, zeigt ein Exemplar das typische Bild eines Ästchens rückwärts vom Scheitel: Es ist bereits von verbreiterten Schuppen bedeckt und nur vereinzelt sind kurze, zarte Jungtriebe seitwärts durchgebrochen. - Wir bezweifeln, dass letzteres Exemplar zur gleichen Art gehört, obgleich Abbildungen HEERs dafür zu sprechen scheinen (Fl. foss. arct. III, Taf. 38, Fig. 12, 13).

Ausser Atane- und Patoot-Schichten scheint auch die etwa unserer fraglichen Zeitperiode entsprechende Kootanieformation *Sequoia fastigiata* zu enthalten. - Bei *Sequoia fasitgiata Sternberg sp.* VELENOWSKYs aus dem böhm. Cenoman etwas abweichende Beblätterung.

SEQUOIA cf. DELICATULA Fontaine.

(Vergl. auch *Sequoia subulata var. foliis latioribus Heer*).
Eine grosse in 2 Stücke zerbrochene Tomplatte von Hildesheim. Geol. Institut Hamburg.

FONTAINE gibt folgende Definition: Hauptzweige schlank, vorletzte und letzte alle in einer Ebene, klein, kurz, dicht gestellt, alternierend und gefierdert in der Anordnung; Blätter sehr klein, schmal lineal, spitz oder zugespitzt, am breitesten an der Basis, herablaufend und meist eng gedrängt; Mittelnerv dünn, aber deutlich.

FONTAINE stellt *Sequoia delicatula* in nächste Nähe von *Sequoia subulata*; doch seien die Blätter bei *Sequoia delicatula* verhältnismässig breiter und nicht so sichelförmig, während die Zweige letzter Ordnung in gleichmässigen Zwischenräumen stünden.

Die Definition dürfte fast durchweg stimmen. Dass von facialen Blättern auf FONTAINEs Zeichnung nichts zu sehen ist, mag teilweise an der Erhaltung seines Materials liegen, teils liegt es an der schematisierenden Zeichentechnik.

An entblätterten Ästchen unseres Stückes zieht sich beiderseits mit stellenweise ziemlich scharfem Absatz ein vertiefter Randsaum hin. Diese von *Sequoia delicatula* nicht erwähnte Eigentümlichkeit lässt vielleicht auf eine Verwandtschaft zu *Sequoia Reichenbachii* schliessen, von der (*var. longifolia*) FONTAINE Ähnliches berichtet. - Übrigens sind die Ästchen ziemlich glatt, weithin ohne Reste eines Panzers aus alten Schuppen (Erhaltungszustand?).

Recht eigenartig ist das ganze Habitusbild: Die Platte ist geradezu überdeckt von den Resten. Die Äste sind sehr leicht und zierlich gebaut und mehrfach etwas knieförmig gebogen (± innerhalb der Ebene). Die zahlreich an ihnen sntspringenden Zweigchen letzter Ordnung sind meist kurz, mehrere nebeneinander oft von gleicher Länge. Besonders charakteristisch sind die fiedrigen Endzweigchen.

V o r k o m m e n d e r O r i g i n a l f o r m : Patuxent-Formation (Neokom) von Dutsch Gap, Virginia.

Da die Pflanze seit ihrem ersten Bekanntwerden anscheinend nicht wieder aufgefunden war, bezweifelt BERRY (1911), ob sie wirklich von *Sequoia Reichenbachii* verschieden sei. Dass trotz den oben angedeuteten möglichen Beziehungen ein erheblicher Unterschied besteht, zeigt unser Stück. - Andererseits sind Beziehungen zu der so ähnlichen *Sequoia subulata* höchst wahrscheinlich. Besonders HEERs *Sequoia subulata var. foliis latioribus* ist vielleicht identisch. Die Unstimmigkeiten in der Beschreibung dieser Form und andererseits der *Sequoia delicatula* FONTAINEs beruhen, soweit unser Stück einen Schluss erlaubt, darauf, dass FONTAINE die fazial stehenden, HEER die seitlich stehenden Blätter etwas vernachlässigt hat. Die fazial stehenden Blätter haben etwa den von HEER wiedergegebenen Umriss (HEER VI. Flor. foss. arct. S. 103, Taf. 28, Fig. 16) und scheinen wenigstens da und dort an der Basis verschmälert, im Gegensatz zu den durch FONTAINE sehr gut wiedergegebenen seitlichen.

Unser Material macht es sonach wahrscheinlich, dass beide Vergleichsformen ± identisch sind. In der Bezeichnungsweise folgen wir FONTAINE, zumal HEER selbst die Unterbringumg als Variation von *Sequoia subulata* nur als Provisorium betrachtet hatte. - Eine Kontrolle unserer Schlüsse durch Vergleich der Originale ist notwendig.

Hinsichtlich der Beblätterung wäre dann *Sequoia delicatula* aufzufassen als Zwischenform zwischen dem Typ der *Sequoia gigantea* und dem der *Sequoia sempervirens*.

Zeitlich-stratigraphisch stünde unser Hildesheimer Stück aus dem Barrémien wohl mitten zwischen den Exem-plaren aus dem Patuxent Nordamerikas und den Atane-Schichten Grönlands.

CYLINDRITES SPONGIOIDES Göppert (? = CYCADOIDEA).

GÖPPERT, 1841, foss. Flora der Quadersandsteinformation in Schlesien; Nachtrag 1847.

Ein Exemplar aus dem Kreidesandstein von Quedlinburg.

Besitzt das längst bekannte typische Aussehen (vergl. GÖPPERT; RICHTER, Flora d. unt. Kreide Quedlinburgs II, 1909).

Das Stück besteht aus dem gleichen, mässig festen Sandstein, in den es eingebettet ist; dabei lässt es sich aus ihm ohne Schwierigkeit herauslösen. Bei 30 cm Gesamtlänge 4 Anschwellungen von je etwa 3 cm Dicke und 5 cm Länge (2 - 7 cm lang) und alle etwa 1 cm stark. Das Ganze zeigt leicht gebogenen Verlauf (aufwärts-abwärts wie rechts-links). An einigen Stellen im Innern der Anschwellungen und bis an die Oberfläche durchbrechend statt des weissen Sandsteines lockeres, mehr gelbbraunes Material, das, wenn man ein wenig mit der Nadel nachhilft, leicht herausfällt und eine Höhlung hinterlässt. Die Oberflächenskulptur kommt beim Freilegen der Knollen vor allem auf ihrer Hohlform leidlich zutage in Gestalt kleiner, an günstigen Stellen rautenförmiger Vertiefungen, die in anscheinend spiraliger Anordnung dicht beisammenstehen: jedenfalls Spuren von Blattbasen. Das Positive dieser Skulptur an den Knollen selbst erhält man weniger gut, da die äusserste Schicht mit den Hervorragungen sehr mürbe ist und leicht abfällt; hier wie am Grunde der rautenförmigen Vertiefungen des Negativs Spuren von Kohlepartikelchen. - Überdies zeigt die Oberfläche ihrerseits kleine Vertiefungen ohne regelmässige Anordnung. Von den Blättern selbst nichts erhalten; nur ist das Gestein lokal ziemlich diffus mit etwas dunklem, organischem Material durchsetzt.

N e u e B e o b a c h t u n g e n : 1. Die Anschwellungen scheinen im Verhältnis zur Längenaxe des ganzen Gebildes einseitig zu liegen. Der Bedeutung der Sache (positiver oder negativer Geotropismus) wäre durch Beobachtung im anstehenden Gestein weiter nachzugehen. Nach RICHTER verlaufen die Anschwellungen meist nahezu senkrecht oder doch mindestens schwach aufsteigend.

2. Die Anschwellungen setzen anscheinend an ihrem einen Ende - alle am entsprechenden - ziemlich plötzlich gegen die unverdickte Strecke ab, am entgegengesetzten viel allmähliger. Darnach liesse sich also ein "Vorn" und "Hinten" unterscheiden.

Fundstellen von *Cylindrites spongioides Göp.* nach RICHTER nur da, wo zur Zeit der unteren und oberen Kreide ein Meeresstrand war: Quedlinburg (RICHTER), Quadersandstein Schlesiens (GÖPPERT), Quadersandstein von Regensburg (GÖPPERT).

Cylindrites-Reste anderer Art lassen wir hier aus dem Spiel.

Verwandtschaft.

Die entfernte Ähnlichkeit mit *Lepidodendron Veltheimianum var. tylodendroides*, auf die RICHTER hinweist ist bedeutungslos. Ebenso möchten wir Koniferenverwandtschaft ablehnen (RICHTER spricht von "Nadeln" und denkt bei den vergesellschafteten Fruktifikationen an Cupressineenzapfen).

Schliesslich hat RICHTER auch Cycadeenverwandtschaft als möglich hingestellt. Eine solche halten wir für die einzige Möglichkeit, allerdings in etwas anderem Sinn als Richter gedacht. Gründe:

1. Die persistierenden Blattbasen, die insgesamt einen Panzer gebildet haben müssen wie bei Cycadophyten.

2. Die "Blätter" erinnern sehr an die Blattspuren in *Cycadoidea*-Stämmchen (einerseits cylindrisch, auf der anderen Seite eine kräftige Riefe nach RICHTER). Vergl. bes. *Cycadoidea Clarkiana Ward*, in WARD, Stat. Mesoz. Floras 1905, Part II, Taf. 106. Vielleicht trugen die Blätter diesen Charakter, soweit sie unter der

Erdoberfläche verliefen. Doch ist das noch unklar.

3. Die Knollenbildungen erinnern stark an gewisse Cycadophyten, wie etwa an die Gattung *Bolbopodium*, besonders *Bolbopodium micromerum Sap.* (Pal. franç. Tome II, Taf. 118, Fig. 1), das vom Autor in die Nachbarschaft von *Cycadoidea pygmaea* gestellt wird.

4. Die am häufigsten mit *Cylindrites spongioides* zusammen vorkommenden Fruktifikationen weisen auf Bennettiteen.

Unsere Beobachtungen führen zu etwa folgendem Gesamtbild:

Cylindrites spongioides Göpp. ist ein Cycydophyt, und zwar wahrscheinlich aus der *Bennettites-Cycadeoidea*-Gruppe. Die Besonderheiten seines Baues, das rhizomartige Wachstum entsprechen einer vorzüglichen Anpassung an das Leben im Dünensand, in dem die gewöhnlich kurzen, dicken *Cycadeoidea*-Stämmchen rasch verschüttet werden mussten. Auch die Blätter waren möglicherweise entsprechend angepasst und behielten, soweit sie nicht zum Licht kamen, den hufeisenförmigen Querschnitt, den wir sonst im Verlauf der Blattspur innerhalb des Panzers der *Cycadoidea*-Stämmchen kennen. Der auch sonst bei Cycadophyten vorhandene Rhytmus des Wachstums konnte sich in dem Gegensatz der dünneren Partien und der Anschwellungen besonders deutlich äussern.

Allem Anschein nach also haben wir hier einen Vertreter der für jene Erdperiode durchaus zu erwartenden, bisher aber noch nicht weiter bekannten Cycadophyten-Kleinflora vor uns.

Zu achten ist weiterhin besonders darauf, ob auch anderswo die in Quedlinburg beobachteten Fruktifikationen stets mit *Cylindrites spongioides* zusammen vorkommen.

FEISTMANTELLIA GÖPPERTI n. sp. (Cycadophytenholz).

Vergl. GÖPPERT 1841, Flora d. Quadersandsteinformation in Schlesien Taf. 46, Fig. 9, 10, 12, 13 (ohne bes. Benennung!).

Genus *Feistmantellia Ward* 1899, Un. St. Geol. Surv. 1897/98. Lower Cret. Flora of the Black Hills S. 693,

Feistmantellia oblonga Taf. 169, Fig. 19.

Sammlung Göttigen.

An die kleine, in Brauneisenstein verwandelte Holzpartie schliesst sich, dazu gehörend, eine durch Herausbrechen des Fossil-Materials entstandene Höhlung etwa wie ein Teil der Umschalung einer *Cylindrites*-Knolle.

Innerhalb des Holzes bemerkt man teils ganz kleine, z.T. aber auch mehrere mm Längsdurchmesser erreichende, kugelige bis linsenförmige Körperchen, die durchweg hohl, bzw. mit Sand erfüllt zu sein scheinen. Ohne streng regelmässige Anordnung schmiegen sie sich doch etwas gestaffelt reihenförmig in die Längsstruktur des Holzes ein, dessen Faserung um sie herum ausbiegt. Die meisten liegen von mehreren Seiten frei und lassen sich leicht volldends herauslösen.

Auch der übrige Holzkörper scheint recht lockeren Bau zu besitzen, aus einigen dünnen, unregelmässig blasig hintereinander gefügten Verholzungszonen bestehend.

An Vergleichsobjekten nennen wir ausser dem oben zitierten eine Abbildung SEWARDs (Wealdenflora II, Taf. 12, Fig. 5, "Cycadean trunk showing branching"), ferner SAPORTAs "*Changarniera inquirenda*" aus dem Corallien (Pal. Frnç. Tome IV).

Nach unserer Überzeugung handelt es sich bei jenen eigenartigen Knopfbildungen nicht um irgendwelche Pilze oder Gallen, sondern um etwas für die Pflanze normales. Vielleicht sprengen sie als besonders gestaltete Verholzungsherde gegen ein vergängliches, lockeres Markgewebe oder gegen einen vorher von Mark erfüllt gewesenen Hohlraum vor. - Die nächstliegende Erklärung, als Cycadeenholz, glaubt WARD, der diese Fossilien trotz ihrer Rätselhaftigkeit als Charakterfossilien der amerikanischen Unterkreide hoch einschätzt, vorläufig ablehnen zu müssen, da diese Hervorragungen augenscheinlich nicht gegen aussen gerichtet seien wie bei *Cycadomyelon*, sondern gegen den Innenraum des Holzzylinders. Auch in unserm Fall hat man tatsächlich diesen Eindruck. - Unser Stück jedoch ist geeignet, die Cycadophytenverwandtschaft zu bestätigen. Denn

1. in unmittelbarer Nachbarschaft (1 cm Distanz) liegt eine Fruktifikation

(kurz gestielt, haselnussförmig), die man am ehesten als Cycadophytenfruktifikation wird auffassen können.

2. Die ganze Gestalt, auch besonders die Höhlung, erinnert an *Cylindrites spongioides*, den wir gleichfalls für einen Cycadophyten halten.

3. Einige in unmittelbarer Nachbarschaft auftretende Reste von blattartigen Organen erinnern in ganz überraschender Weise an die bei *Cylindrites spongioides* bereits erwähnten Blattspuren innerhalb der *Cycadeoidea* -Stämmchen (*Cycadeoidea Clarkiana Ward*, vergl. loc. cit.!).

Problem bleibt, ob der Rest engere Beziehungen zu *Cylindrites spongioides* hat, vielleicht nur einen bestimmten Erhaltungs-Zustand darstellt. Auch schon nach GEINITZ (1850, Schicht. u. Petr. des sächs.-böhm. Kreide-Gebirges) scheinen ähnliche Dinge und *Cylindrites spongioides* ("*Spongites saxonicus*") im unteren wie im oberen Quadersandstein häufig nebeneinander vorzukommen (loc. cit. S. 98, 99).

HOLZ VOM KONIFERENTYP.

1. Aus dem Gault bei Hildesheim (Kanalbau), gesammelt von Dr. JOESTING, z. T. holzkohlenartige Erhaltung.

2. Aus glazialem Material von Ahrensburg bei Hamburg. Entstammt nach Forschungen des geol. Instituts Hamburg, dem wir die Stücke verdanken, gleichfalls dem Gault (Martinischichten). Sehr schöne Erhaltung in Braun.

Beide Hölzer, die noch näherer Untersuchung bedürfen, erwähnen wir bereits hier wegen ihrer sehr ausgesprochenen Jahrringbildung.

WILLIAMSONIA cf. INFRACRETACEA Schuster.

Ein Stück aus dem Ton von Hildesheim. Samml. Göttingen.

Bezeichnung 1911 von SCHUSTER eingeführt für Reste, die SCHENK ohne Benennung aus den Wernsdorfer Schichten beschrieben hatte.

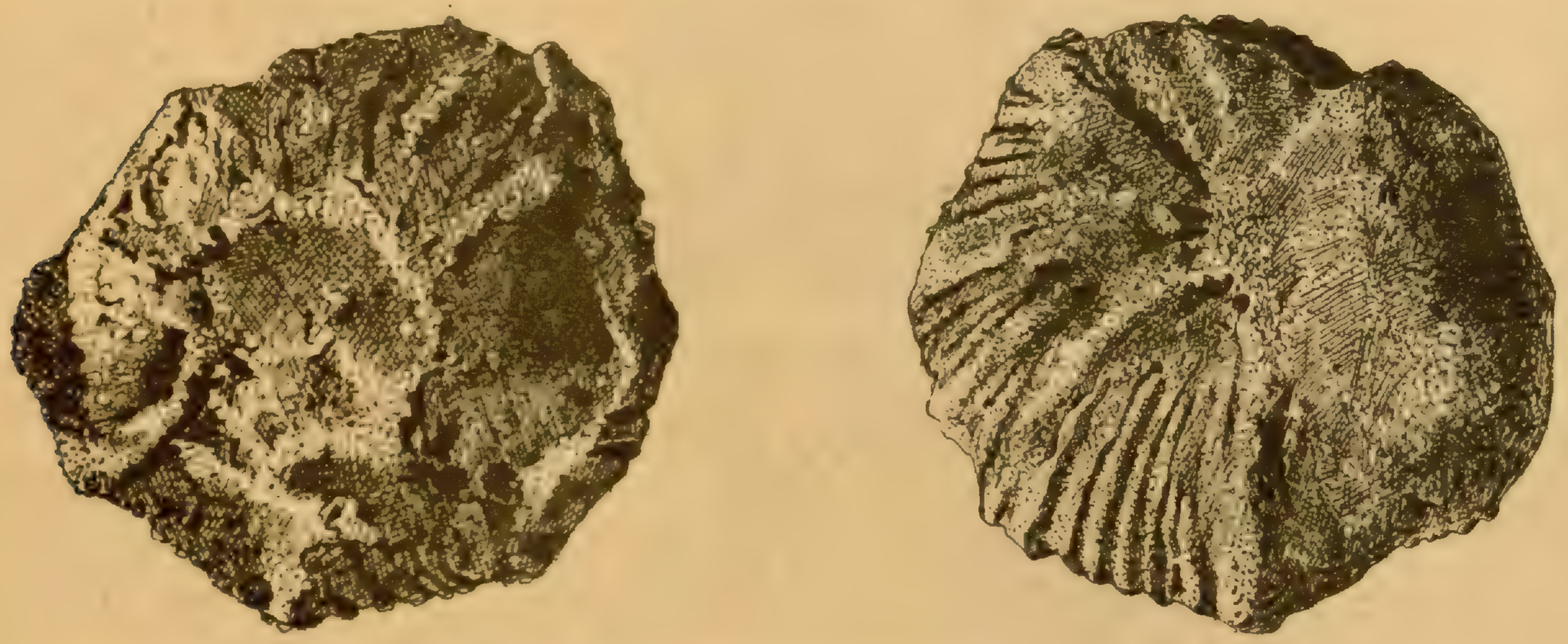
Bei unserm Exemplar - es ist merklich kleiner als die Wernsdorfer Stücke - handelt es sich um eine einzelne Braktee, von aussen (bzw. unten) gesehen. Im Zusammenhang mit ihrem unteren Ende scheinen noch andere Blättchen des betreffenden Kreises gelegen zu haben; eine Andeutung davon ist noch wahrnehmbar.

Das Stück, etwa spindelförmig, ist etwa 1,5 cm lang, gut 0,4 cm breit, ganz flach konvex, unten abgerundet, oben zugespitzt. Konsistenz des lebenden Gewebes vermutlich lederig. Die Oberfläche des Fossils ist in der charakteristischen Weise gleichzeitig ziemlich unregelmässig längsgestreift und quergerunzelt (vergl. z.B. *Williamsonia spectabilis* in NATHORST, paläobot. Mitteil. 9, Taf. I, fig. 3). Am unteren Ende ist auf einer kleinen Fläche die Kohlenlage weggebrochen, und hier werden auf dem unterliegenden Ton Spuren von Felderung sichtbar, etwa entsprechend dem bekannten Bild der weiblichen *Williamsonia*-Blüte. Allerdings ist die Deutung nicht ganz einfach, insofern die Netzstruktur hier negativ meniskoid ist. Die Braktee ist also mit der ihr unmittelbar anliegenden Partie des Panzers so verschmolzen, dass sich beides als einheitliche Kohleschicht loslöste und wir das Negativ der Innenseite des Panzers vor uns haben. Vielleicht hatte sich bei der Einbettung der Panzer eng an die Braktee angelegt, nachdem er von der lockeren, fleischigen Strahlenmasse des Inneren durch deren Zersetzung frei geworden war. Übrigens findet man in der Literatur Abbildungen, die auch in dieser besondern Hinsicht an unser Fossil erinnern (vergl. NATHORST, Paläobot. Mitt. 9, Taf. VI, Fig. 2, die weibl. Blütenfragmente). - Eine fadenförmige Fortsetzung der Brakteenspitze, wie sie SCHUSTER beobachtet hat, ist in unserm Fall nicht nachzuweisen; sie könnte aber nach den Formverhältnissen sehr wohl vorhanden gewesen sein. Keineswegs jedoch möchten wir einen solchen Charakter ohne weiteres als männlichen inanspruch nehmen. - Auf Verwachsung oder Nicht-Verwachsung der Brakteen aber möchten wir bei SCHENKs bzw. SCHUSTERs Exemplaren ebeno wie bei unserm keine Schlüsse ziehen. Der Anschein spricht in beiden Fällen eher für Nicht-Verwachsung (Beurteilung des SCHUSTERschen Materials nur nach der Abbildung). Bis zu einem einwandfreien Beweis für Bisexualität halten wir darum die fraglichen Blüten für weibliche.

Williamsonia ist nach SEWARD im engl. Weald vorhanden.
Aus dem Nordwestdeutschen Weald SCHENK nicht bekannt.
Nach GOTHAN treten Williamsonien zuerst mit den Vorläufern der Juraflora im Keuper auf. Im Jura sind sie weltweit verbreitet, im Weald schon spärlich. - Wenn jedoch GOTHAN schreibt: "Jüngere Formen als Weald scheinen nicht bekannt zu sein", so wäre das also u.a. auch aufgrund unseres Stückes zu berichtigen. Vielleicht beruhen Unstimmigkeiten in dieser Hinsicht auch auf Unklarheit des Verhältnisses von *Williamsonia* zu *Cycadeoidea-Bennettites*.

FRUKTIFIKATION AUS DER BENNETTITEEN-VERWANDTSCHAFT.

(Cf. *Cycadeoidea Morrierei (Sap. & Marion) Seward* (zu *Cylindrites spongioides Göp*?).
Vier Exemplare aus dem Sandstein von Quedlinburg. - Unsere Fig. 34, 35.
Bennettiteenfruktifikationen von etwa 2 bis 2,5 cm Breitedurchmesser, etwa



(von unten) Bennettiteen-Fruktifikation. 2,5 : 1 (von oben)

1,5 cm Höhe. Nicht selten senkrecht bzw. schräg zur Axe etwas zusammengepresst. An der Basis eine flache Höhlung von etwa kreisförmigem Umfang und ungefähr 1 cm Querdurchmesser (dem "Polster" entsprechend). Längs der Polsterschicht lösten sich die Früchte anscheinend freiwillig ab. Dabei blieben 8 Brakteen (bis ca. 2,5 cm lang) als einfacher Hüllkreis rings erhalten. Am Umfang der Polsterhöhlung ansitzend, sind sie erst eine ganz kleine Strecke auswärts (und gleichzeitig ein klein wenig anwärts) gerichtet, biegen dann nach oben um und wölben sich, nicht verwachsen aber eng nebeneinander stehend, um das Innere zusammen. - An ihrer Anheftungsstelle sind sie ca. 3 mm breit, verbreitern sich aufwärts bis auf etwa 1 cm um sich von da an gegen den Scheitel allmählig zuzuspitzen. Die Konsistenz der Brakteen war wahrscheinlich dick-lederig. Aussen sind sie kräftig längsgestreift (je ca. 7 Streifen), auf der Innenfläche, wie es scheint, mit ziemlich groben und unregelmässigen Längsgruben und Längsrillen versehen (soweit diese nicht ein Ergebnis der ungleichmässig auf Längsrissen eingedrungenen Metallösung sind).

Solche eigenartigen Fruktifikationen fand RICHTER ausserordentlich häufig mitten unter "*Cylindrites*"-Nadeln; so in einem Fall 12 Stück auf einer Platte. In der Definition von *Cylindrites* heisst es daher (1909): "Fortpflanzung wohl durch Organe, die eine 8-lappige, geriefte Hülle besitzen". - Die eigentliche Bedeutung der Gebilde wurde ihm nicht klar; er zweifelte sogar, ob es sich um eine Frucht oder um eine Brutknospe handele. Speziell dachte er an Koniferenzapfen aus der Verwandtschaft von *Callitris*, und andererseits an Bulbillen von *Lepidodendron*.

Unserer Erklärung als Bennettiteen-Fruktifikationen dürfte kein Punkt ernsthaft widersprechen, wenn auch infolge des Erhaltungszustandes nicht alle charakteristischen Eigentümlichkeiten unmittelbar vorliegen. So fehlen die weiteren Ein-

zelheiten der Innenstruktur, vor allem der gefelderte "Panzer".

Die verschiedenen Exemplare ergänzen sich zu einem einheitlichen Bild. Doch sind 3 davon, in lockerem Sandstein erhalten, recht mangelhaft: 2 sind Teile von Hohlformen und zeigen vor allem den Ausguss der basalen Polsterhöhlung; das dritte gibt in Positiv einen Sektor aus der Oberfläche einer Fruktifikation in normalem, nicht zusammengedrücktem Zustand.

Unser viertes, wertvollstes Stück (Fig. 34, 35) ist verkiest und z.T. in Brauneisenstein verwandelt. Aussen ist es mit einer Brauneisensteinschale umhüllt, die mit dem lockeren Sandstein des Bettungsmaterials etwas verbacken ist (Fig. 34, rechte Hälfte). Doch lassen sich mit Hilfe einer Nadel bei Anfeuchtung mit Wasser leicht die kräftigen Längsrippen der Brakteen herauspräparieren.

Anscheinend konnte die Metallsalzlösung in die wohl zäh-ledrigen Brakteen nur schwer eindringen, schwerer als in das Innere der Fruktifikation selbst. Daher wurden sie zwar von Innen nach Aussen her mit einem Erz-Niederschlag überzogen, sie selber aber wurden nicht völlig durchtränkt und bilden jetzt eine von lockerer Kohle erfüllte Zwischenschicht, längs deren die ganze äussere Lage leicht abspringt. Der Zusammenhang zwischen den äusseren und den das Innere der Fruktifikatuon erfüllenden festen Massen besteht jedoch längs der ehemaligen Lücken zwischen den Brakteen. Als radiale Leisten strahlen diese Lückenfüllungen jetzt von der Polsterhöhlung aus (Fig. 34). Die letztere ist etwas rauh und schwammig; denn als Abreissfläche entbehrte sie einer glatten Epidermis. Und zwar scheint es nach einer unserer Sandstein-Hohlformen, dass die Polsterfläche Andeutungen radialstrahligen Baues besass in Gestalt einiger weniger stumpfer Kanten (verg. dazu *Williamsonia Gagnieri Sap.* in Pal. franç. IV, Taf. 252, Fig. 3). Doch sind diese Strukturen recht undeutlich. -

Unter den zahlreichen Fossilien, die man zum Vergleich heranziehen kann, nennen wir nur wenige.

RICHTER hatte bereits aufmerksam gemacht auf die Ähnlichkeit mit Fruktifikationen von HEERs *Zamites globuliferus* aus den Komeschichten (Fl. foss. arct. VI, 1880, Taf. IV). - Starke Bedenken erwecken jedoch folgende Beobachtungen:

1. Es fehlt im Gegensatz zu unsern eigenen Stücken der Nachweis, dass es sich bei den auch dort vorhandenen "Klappen" wirklich um getrennte Blätter, um Brakteen handelt und nicht etwa um eine geschlossene Kapsel.

2. Die Anheftungsstelle des Stengels ist dort ungleich kleiner. Es ist höchst fraglich, ob es sich da um eine den "Polster" analoge Bildung handeln kann.

Die beiden Punkte wiegen schwer genug, um den Vergleich mit *Zamites globuliferus* vorläufig beiseite schieben zu lassen.

Einleuchtend ist der Vergleich mit der bereits oben angezogenen *Williamsonia Gagnieri (Zeiller) Sap.* (SAPORTA, Pal. franç. IV, Taf. 252, Fig. 1). Hier zeigt sich gleichfalls eine Plattdrückung ± senkrecht bzw. schief zur Axe. SAPORTA hat, wie wir selbst, das Gefühl, dass in diesem Fall der Druckeffekt nichts mit dem Schichtdruck zutun haben kann. "Das Gebilde befand sich in dem Augenblick, wo es diese Pressung erfuhr, augenscheinlich in einer Lage schräg zur Sedimentationsebene". - Die tiefere Ursache dieser eigentümlichen Deformierungen vermuten wir in dem starke Gegensatz der festeren aber doch nicht sehr dicken Panzerschicht und der wahrscheinlich ein weiches Fruchtfleich bildenden Strahlenregion des Innern. Recht leicht konnte da durch irgendwelchen Druck, schon durch das eigene Gewicht beim Niederfallen auf den Boden, eine Quetschung und Abplattung eintreten, eventuell mochte dabei auch der Panzer bersten oder feine Risse bekommen. Dann aber musste das Innere in der Regel rasch der Zersetzung anheimfallen; höchstens der Panzer selbst hatte Aussicht auf Erhaltung. Weit günstiger noch aber stand es in dieser Hinsicht mit den dick-lederigen Brakteen.

Bei *Bennettites (Williamsonia) Morierei Sap. u. Marion* scheint genau wie in unserem Fall nach Loslösung der Fruktifikation ein einfacher Brakteen-Hüllkreis mit ihr im Zusammenhang geblieben zu sein und sie eng umschlossen zu haben.

Eine Zusammengehörigkeit mit unserer gleichfalls ziemlich kleinen *Williamsonia infracretacea* wäre möglich, ist aber nicht nachzuweisen. Die kräftigen Rippen an der Oberseite der Brakteen des verkiesten Stückes entsprechen den Längsrunzeln an

der verkohlten Braktee jener Art. Die feineren Querrunzeln, die dort über den Längsrunzeln liegen, und sie gleichsam nur durchschimmern lassen, sind hier durch die Art der Erhaltung, hauptsächlich wohl durch das Präparieren, verloren gegangen.

Ob neben den weiblichen Charakteren auch irgendwie oder irgendwann männliche Organe in ein und derselben Blüte vorhanden waren, darüber fehlen Anhaltspunkte.
Vorkommen von Vergleichsformen:

Älteste *Williamsonia* nach GOTHAN schon im Keuper von Lunz.

Lias von Mexiko: Verschiedene Exemplare in WIELANs Werk über die Flora Mixteca alta (1914 - 16);

Williamsonia oregonensis Fontaine (Jura von Douglas County) in WARD, Stat. Mes. Floras 1905, (Monogr. 48) Taf. 29, Fig. 6.

Williamsonia Gagnieri (Zeiller) Sap. - Oberportland Frankreichs, vergl. SAPORTA, Pal. franç. IV, Taf. 252, Fig. 1 - 3.

Williamsonia (Bennettites) Morierei Sap. et Marion. - Oberer Jura Frankreichs SAPORTA, Pal. franç. IV, Taf. 248, Fig. 3, Taf. 249 (nach GOTHAN, Lehrb. auch untere Kreide),

Bennettites (Williamsonia) Carrutheri Seward i. engl. Wealden (vergl. SEWARD, Wealdenflora II, Taf. 10, Fig. 1).

Cycadeoidea (Bennettites) Gibsoniana (Carr.) Seward. - Lower Greensand von Wight.

?Williamsonia infracretacea Schuster. - Wernsd. Schichten.

Bennettites albianus Stopes. - Albien u.s.w.

Zu *Cycadoidea* gehören auch (vergl. SOLMS-LAUBACH) die *Raumeria*-Arten, vereinzelt in der Unt. Kreide von Schlesien und Galizien gefunden.

Eine Verwandtschaft mit *Cycadeoidea* läge nach dem geologischen Vorkommen unserer Reste besonders nahe. Denn dieser Typ gehört zu den jüngsten *Bennettites*-Formen. Die meisten Arten davon findet man nach GOTHAN in der älteren Kreide, namentlich im Neokom-Aptien; im Albien seltener. Berühmt ist das reiche Material aus der Unterkreide Nordamerikas. - Für sicher halten wir mindestens eine Zugehörigkeit unserer Form zu dem grossen Kreis der *Bennettitales* . Möglicherweise handelt es sich um eine besondere Untergruppe.

Fall sich die Zugehörigkeit zu *Cylindrites* als richtig erweist, so zeigt der vegetative Charakter dieser Pflanze, dass hier vielleicht eine neue Sondergruppe in unsern Gesichtskreis tritt.

CYCADEENFRUKTIFIKATION.

(cf. etwa CERATOZAMIA, ZAMIA, ENCEPHALARTOS u. dergl.)

Ein Exemplar aus dem Sandstein von Quedlinburg. Samml. Göttingen. - Fig. 36.
Länge ca. 2,5 cm, Breite wenig über 1,5 cm.
Äusserst typischer Rest; einer der seltenen Fälle, wo eine Fruktifikation ihre Zugehörigkeit zur Gruppe unserer heutigen Cykadeen direkt nachweisen lässt.

Fig. 36. Cycadeen-Fruktifikation. 2,5 : 1.

Zweifellos stammte dies Stück von einem grossen Zapfen, auf dem die Einzelfrüchte ganz dicht gedrängt sassen, sodass sie einander eine allseitig gleichseitige Ausbildung unmöglich machten. Mindestens 3 Nachbarfrüchte (bzw. 2 Nachbarfrüchte und das Fusstück der eigenen Tragschuppe) haben kräftige Eindrücke hinterlassen, deren besonders einer (auf der durch die Figur nicht wiedergegebenen Seite) eine tief eingreifende Ecke bildet. - Das leichte Abspringen der unmittelbar umhüllenden Masse (ganz lockerer, braun gefärbter Sandstein) beim Herauspräparieren beweist das Vorhandensein einer mässig starken Schicht von Frucht-

fleisch über dem Kern. Nur an den gedrückten Stellen konnte es sich kaum entwickeln und blieb da ganz dünn. Die Basisfläche, an der die Frucht angeheftet war, ist in typischer Weise stark abgeplattet.

Auf der am Basalende äusserst günstig losgesprungenen, der Zone des Fruchtfleisches angehörenden braunen Hüllschicht sind die Negative der in den Kern eintretenden Gefässbündel sichtbar als kleine Höckerchen, die je inmitten einer kleinen Vertiefung aufragen. Auf dem Kern selbst müssen also den eitretenden Gefässbündeln kleine, punktförmige, von einem Ringwall umgebene Grübchen entsprochen haben. - Möglicher weise liesse sich mit Hilfe eines reichen rezenten Vergleichsmaterials eine noch genauere Identifikation erreichen.

CYCADEOSPERNUM sp.

Ein Stück aus dem Sandstein von Quedlinburg, Samml. Göttingen. - Fig. 37, 38.
Lag in unmittelbarer Nachbarschaft des *Feistmantellia*-Restes mit Holzstruktur.
Länge ca. 2,2 cm, mit Stiel 2,7 cm; Breite 1,5 - 2 cm.
Stiel, von ovalem Querschnitt (etwa 0,4 zu 0,7 cm) ist gegen den übrigen Fruchtkörper nur scheinbar durch Herausbrechen von Substanz so scharf abgesetzt und mehr als stielartige Verschmälerung der Frucht selbst aufzufassen.

Fig. 37, 38. *Cycadeospernum sp.* c 2,3 : 1.

Im übrigen hat das Gebilde längliche Haselnuss-Form. Eine der breiteren Seitenflächen ist z.T. ziemlich eben abgeplattet, als wenn sie sich etwa während des Heranwachsens mit einer Nachbarfrucht berührt hätte.

Der Hohlraum des Gesteins, in dem das Stück sass, wurde ohne lockeren Zwischenmantel ganz ausgefüllt. Das spricht gegen das Vorhandensein eines stärkeren Fruchtfleischs.

Das im ganzen ziemlich glatte Fossil besteht aus einer Füllung von gelblichem Sand, der aussen mit einer ganz dünnen, glänzenden Haut von Brauneisenstein überzogen ist. Diese ist eigentümlich gefeldert, wohl durch nachträgliche Schrumpfung des Niederschlags. - Dinge, wie das fragliche Stück pflegt man als Cycadophytenfruktifikationen zu deuten und zwar wird es sich da um die Gruppe der *Cycadaceae* selbst handeln.

SCHENKs *Cycadinocarpus* aus dem Nordwestdeutschen Wealden (Tafel 37, Fig. 6) scheint gleichfalls eine geringe stielartige Verschmälerung aufzuweisen.

Grosse Ähnlichkeit zeigen Stücke, die WIELAND als *Cycadeospermum oaxacense* aus dem Lias von Mexico abbildet (Mixteca alta, Taf. 37, Fig. 5, jedoch zusammengedrückt!).

(?) *MÄNNLICHE FRUKTIFIKATION* (?) *incertae sedis.*

Ein Exemplar auf gleicher Platte mit *Otozamites cf. Hoheneggeri*. Hildesheimer. Barrémien. - Römermuseum.

Ein kleines Gebilde, etwa von der Grösse eines *Weichselia*-Blättchens (gegen 4 mm lang, 1 - 2 mm breit) scheint mit ganz kurzem Stiel einer dünnen Spindel aufzusitzen. Von der kohligen Substanz, insbesondere der Längsaxe des Gebildes, heben sich als Lücken ziemlich scharf länglich-ovale Maschen ab, von der Mittellinie aus spitzwinkelig vorwärts gerichtet. - Eine deutliche Umgrenzungnach aussen ist nicht zu erkennen.

Der Gedanke an ein maceriertes *Weichselia*-Blättchen oder dergl. ist abzulehnen.

Als wahrscheinlichste Deutung erscheint uns die als Fruktifikationsorgan, und zwar männlicher Natur. In den erwähnten Lücken des Gewebes könnten Sporen- bzw. Pollenbehälter gesessen haben. Durch weitere an der Spindel ansitzende Körperchen gleicher Art denken wir uns das Ganze zu einer Art von locker ährenförmigem Blütenstand ergänzt. Eventuell waren die Spindeln noch geteilt bzw. verzweigt(?).

Vorläufig noch alles hypothetisch. Vielleicht bringt ein günstiger Fund Aufklärung.

FRUKTIFIKATION incertae sedis.

Ein Exemplar aus dem Sandstein von Quedlinburg. Sammlung Göttingen. - Fig. 39, 40.

Das Stück ist infolge der Mürbheit des Sandsteines, aus dem es besteht, stark beschädigt. Äussere und innere Grenzflächen an ihm sind durch dunklere, braune Farbe gekennzeichnet.

Eine befriedigende Deutung zu geben ist vorläufig unmöglich. In der heutigen Pflanzenwelt mögen in mancher Hinsicht die Polycarpicae entfernte Parallelen bieten. - Rein äusserlich gibt zufälligerweise leidlich gut den allgemeinen Habitus des Stückes wieder eine Abbildung SCHENKs von *Stachypitys Preslii* (Grenzschichten, Taf. 44, Fig. 12 a). Einzelheiten können natürlich nicht verglichen werden. Denn dort handelt es sich um eine Vergrösserung zu *Baiera* gehöriger, noch ungeöffneter männlicher Blüten.

Fig. 39 v. unten

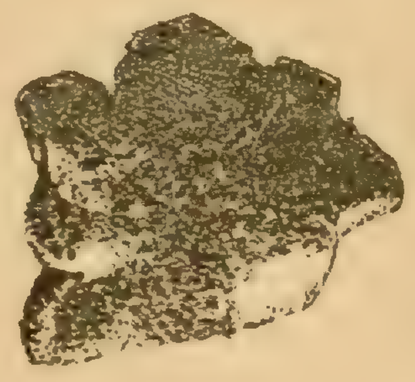


Fig. 40. v. oben

Fruktifikation incertae sedis 2,5:1.

Um eine Axenregion, von der ohne zerstörenden Eingriff nicht auszumachen ist, ob sie, wie in ihren randlichsten Teilen, insgesamt nur einen flachen Boden bildet, oder ob sie in der Mitte höher hinaufreicht, stehen etwa 9 kräftige, 3 - 4 mm hohe (vergl. Ansicht von der Basis), ± scharfrückige "Karpelle", "Teilfrüchtchen". Aufwärts, gegen das Apikalende des Ganzen, werden sie allmählig schmäler und keilen sich zusammen. Sie sitzen nicht breit auf dem zentralen Boden auf, sondern durch Vermittelung einer dünnen Leiste, die in der Basisaufsicht sich fast als Punkt projiziert. Indem die Sektoren gegen unten zugerundet abschliessen, entsteht hier zwischen je 2 von ihnen eine kleine Lücke von etwa 3-seitigem Grundriss. - Die Teilfrüchtchen sind ungleich gut entwickelt. Einzelne sind dick und rund und haben ihre Nachbarn eingeklemmt und auswärts gedrängt. Daher kann man unter Umständen wahrnehmen, dass nach Beseitigung eines Sektors unter ihm eine weitere Nahtlinie zum Vorschein kommt, in der 2 Teilfrüchtchen zusammenstossen. Hier und da bemerkt man im tiefsten Winkel einer Furche noch Spuren von faseriger Struktur. Das heisst, jedes einzelne von den Körperchen muss, besonders an seiner freien, nicht die Nachbarn berührenden Oberfläche eine lederige oder holzige Umkleidung besessen haben. - Die Breite des Ganzen beträgt bis 1,5 cm, seine Höhe dürfte in unbeschädigtem Zustande etwa ebenso gross gewesen sein. Ob auch das Ganze eine Umhüllung besass, ist nicht mehr festzustellen. Wahrscheinlich zum gleichen Stück gehörige Reste würden beweisen, dass sich ringsum eine ca. 2 mm dicke, aussen ziemlich glatte oder leicht gestreifte Sicht befand. Doch könnte solche Aussenschicht eventuell auch als Lückenausfüllung zwischen der Frucht und besondern Hüllorganen anzusprechen sein.

Als ± brauchbare Vergleichsobjekte nennen wir: *Cycadeospermum Choffati Sap.* Unt.-Oxford (SAPORTA, P l. franç. IV, Taf. 298, Fig. 5).

Juglandites elegans Göppert aus dem Eisensand, wohl Unter-Senon, von Aachen (GÖPPERT, 1841, Foss. Pfl.-Reste des Eisensandes von Aachen, Taf. 54, Fig. 18).

Carpolithus euonymoides Hollick aus der Kreide von Staten Island (HOLLICK,

1906, Cret. fl. of South New York and New England, Taf. VII, Fig. 2).

Diospyros brachysepala A. Br. in HEER, miocäne Flora v. Nordgrönland, Taf. 47, Fig. 5.

Der Gedanke an Angiospermen lässt sich bei dieser Fruktifikation nicht ohne weiteres von der Hand weisen. Insofern nimmt das rätselhafte Stück im Rahmen unserer Arbeit eine ziemliche Ausnahmestellung ein.

RÜCKBLICK.

Bei einer kritischen Überschau über unsere gesamten Eröterungen ist vorweg festzustellen:

Wegen des verhältnismässig geringen Umfanges unserer Fossilserie können wir auf ihr trotz guten Einzelresultaten keine allzu weittragenden Folgerungen aufbauen. Andererseits sind die zum Vergleich infrage kommenden Unterkreidefloren meist strtigraphisch nicht scharf genug fixiert um auch kleinere Eigenheiten der einzelnen Endpunkte nach ihrer tieferen Bedeutung auswerten zu lassen. Noch lassen sich Ökologisch-fazielle Unterschiede kaum trennen von solchen, die wirklich zeitlich, bzw. durch phylogenetische Entwickelung bedingt sind.

Unter solchen Einschränkungen können wir immerhin von gewissen Gesamtergebnissen sprechen:

Unter unsern stratigraphisch festgelegten Resten aus dem Barrémien von Hildesheim befindet sich nicht einer, den man mit einiger Wahrscheinlichkeit als Angiosperme betrachten könnte.

Vielmehr zeigt sich ein recht enger Zusammenhang mit anderen mesozoisches Gepräge tragenden Pflanzengesellschaften, so mit der des Weald und vielleicht noch mehr mit der der Wernsdorfer Schichten (speziellere Vergleiche im folgenden). - Zwischen diese beiden schaltet sich ja unsere Hildesheimer Flora ein. - Offenbar haben wir es nur mit einer ganz allmähligen Umprägung zutun, wo höchstens verwandte Typen einander allmählig ablösten, während später das Eindringen der fremdartigen Angiospermen verhältnismässig plötzlich erfolgte.

Überraschend enge Beziehungen lassen sich nach rückwärts noch über das Weald hinaus bis in den tieferen Jura, ja bis in die obere Trias feststellen. In der reichen Rhätflora nahmen vielfach schon die gleichen Typen eine beherrschende Stellung ein.

Und der langen zeitlichen Dauer dieser mesozoischen Pflanzenwelt entspricht

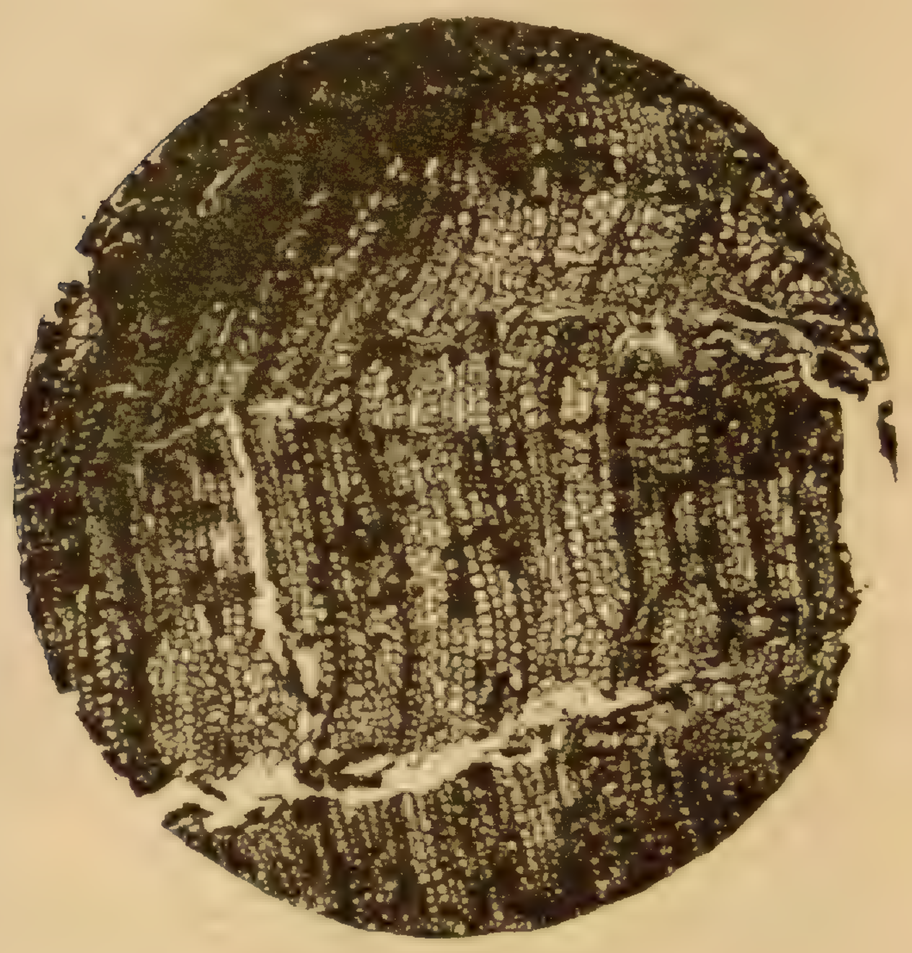


Fig. 41. Coniferenholz a. d. Gault, Hildesheim, vergr.

Fig. 42. Coniferenholz, Ahrenburg b. Hamburg, a. d. Gault. Vergrössert.

eine ungewöhnlich weite, gleichmässige Verbreitung über den Erdraum hin, ganz im Gegensatz stehend zu dem heutigen pflanzengeographischen Partikularismus.

Dies bereits im grossen ganzen von Weald und ± von unterer Kreide bekannte Bild wird durch unsere Arbeit bestätigt und schärfer umrissen, einzelne neue Züge werden hinzugefügt (vergl. z.B. *Dioonites Dunkerianus* – *Pseudocycas*, *Podozamites vallisnerioides*, *Baiera Salfeldi* u.s.w.).

Die Beziehungen unserer Barrémienflora nach vorwärts greifen viel weniger weit, eben infolge des Fehlens der Angiospermen. Von ihnen abgesehen aber machen sich doch jungmesozoische Elemente, die dann auch die höhere Kreide mit charakterisieren, deutlich geltend (vergl. z.B. *Widdringtonia Reichii* und die *Sequoia*-Arten). Ja selbst mit der Pflanzenwelt der Gegenwart besteht noch ein erkennbarer Zusammenhang. Nur dass die herrschenden Formen von damals heute meist, sofern überlebend, als "konservativ-endemische" ein Winkeldasein fristen, in den wärmeren Regionen der Erde. –

Ein Wechsel der Jahreszeiten hat auch gewiss schon damals bestanden. Wenigstens zeigen unsere Hölzer aus dem Gault (Fig. 41, 42) deutlich Jahrringbildung und auch der Rhytmus im Wachstum unseres *Cylindrites spongioides* (Quedlinburg!, genauerer Horizont?) dürfte in diese Richtung weisen.

Soviel neue Tatsachen wir aus unseren Betrachtungen erfahren, ebensoviel neue Rätsel werden uns gleichzeitig aufgegeben. – In der Paläobotanik noch mehr als in mancher anderen Wissenschaft muss die einzelne Arbeit ein Torso bleiben, weil auch ihr Material aus Bruchstücken besteht, die sich nicht beliebig vermehren lassen, vielleicht aber von einem Nachfolger ergänzt werden können.

Angesichts dieser Sachlage haben wir es als unsere Aufgabe betrachtet dort, wo keine endgiltige Lösungen möglich waren, wenigstens eine möglichst klare, knappe Problemstellung herauszuarbeiten.

UNTERSCHIEDE UNSERER BARREMIENFLORA GEGENÜBER DER FLORA DES DEUTSCHEN (!) WEALDEN.

Es fehlen an charkteristischen Wealdformen z.B.:

Ruffordia Göpperti
Onychiopsis Mantelli
Nilssonia schaumburgensis
Baiera pluripartita

Es treten dem Weald gegenüber neu auf oder sind stärker entwickelt:

Weichselia
Widdringtonia Reichii
Frenelopsis Hoheneggeri
Sequoia (starke Entwickelung!)
Cyparissidium gracile (?)
Brachyphyllum sp. *cf. obesum.*
(Podozamites longifolius cf. Nageiopsis longifolia (?))

± Leitfossilien auch:

Cylindrites spongioides
Feistmantellia Göpperti n. sp.

Von den aufgeführten Formen, die aus unserem deutschen Weald nicht angegeben werden, dürfte besonders das Auftreten der 3 ersten charakteristisch sein: *Weichselia*, *Widdringtonia Reichii* und *Frenelopsis Hoheneggeri*.

Von den unserm Weald fehlenden Formen sind im engl. Weald vorhanden: *Weichselia* und *Brachyphyllum obesum*. Besonders hinsichtlich ersterer Form, die ja im Barrémien so häufig ist, wird man schwerlich den Zufall verantwortlich machen können, sondern nur das längere Andauern der Wealdenfazies in England gegenüber Nordwestdeutschland.

Es hat den Anschein, als seien in unserer Barrémienflora gegenüber dem Weald die Pteridophyten im Vergleich mit den Gymnospermen etwas in den Hintergrund getreten, abgesehen von den *Weichselien*. Ursache etwa fazielle Verhältnisse?

MIT DER FLORA DES DEUTSCHEN WEALDEN GEMEINSAM:

Matonidium Göpperti (cf.)
Zamiophyllum Buchianum
Dioonites Dunkerianus
Sphenolepidium Sternbergianum (bzw. *Sequoia* cf. *Sph. Sternbergianum.*).
Otozamites sp. cf. Hoheneggeri ist wahrscheinlich mit dem *Dioonites* (bzw. *Otozamites*) *Göppertianus* des Weald verwandt, wenn auch nicht identisch.
Das Fehlen von *Laccopteris* und auch von *Sagenopteris* in Hildesheim dürfte ± auf Zufall beruhen.
Diese Wealdenformen sind wohl durchweg auch oberjurassisch (z.B. *Matonidium Göpperti, Zamiophyllum Buchianum, "Elatides" Sternbergiana* bei SEWARD!) entsprechen SALFELDs Parallelisierung.

MIT DER WERNSDORFER FLORA GEMEINSAM:

Weichselia ("Lonchopteris recentior")
Zamiophyllum Buchianum
Otozamites Hoheneggeri (cf.)
Podozamites affinis (cf.)
Frenelopsis Hoheneggeri
Williamsonia infracretacea (cf.)
(Eolirion primigenium?)
Davon besonders charakteristisch:
Weichselia und *Frenelopsis Hoheneggeri.*
Bemerkenswert ist, dass *Widdringtonia Reichii* für Hildesheim nachgewiesen ist, für Wernsdorf bisher noch nicht; daran trägt gewiss nur ein Zufall die Schuld.

MIT GRÖNLAND GEMEINSAM:

(K = Kome, Barrémien bis Aptien nach BERRY; P = Patoot)

Aus dem Neokomsandstein (Heidhornberg bei Iburg): *Gleichenia longipennis* (cf.)
Aus dem Hildesheimer Barrémien: *Widdringtonia Reichii* (At., P.) NB!
Frenelopsis Hoheneggeri (K.)
Brachyphyllum cf. obesum vergl. *macrocarpum Newb.* (Cenoman bis Senon).
Starke Entwickelung der Sequoien (K. bis Tertiär).
(cf. *Cyparissidium gracile*, K. bis oberste Kreide)
(cf. *Eolirion primigenium*, untere Kreide)
Auch hierdurch wieder erweist sich das Auftreten von *Widdringtonia Reichii* in Hildesheim als ungewöhnlich früh.
Merkwürdig ist das anscheinende Fehlen der Weichselien in der nordischen Kreide, das Zurücktreten der Gleichenien im deutschen Neokom, besonders im Hildesheimer Barrémien.
Falls die Identifizierung von *Desmiophyllum soec.* mit *Ctenopsis Berry* (Jura, selten noch untere Kreide Nordamerikas) sich aufrecht erhalten lässt, wäre damit ein neues, wichtiges Glied der europäisch-nordamerikanischen Florengemeinschaft nachgewiesen.
In gleichem Sinne wäre das Vorkommen von *Podozamites longifolius n. sp.* zu deuten, falls Identität oder enge Verwandtschaft mit *Nageiopsis longifolia Font.* aus dem Potomac vorliegt.

BESONDERS INTERESSANTE, WAHRSCHEINLICH ALTE FORMEN,
über die unsere Arbeit Neues bringt:

Podozamites vallisnerioides n. sp.
Baiera Salfeldi n. sp.

BEZIEHUNG ZWISCHEN UNSERER HILDESHEIMER FLORA UND UNSEREN RESTEN AUS DEM (UNTER-) KREIDE-SANDSTEIN:

Die Arten sind z.T. gemeinsam (*Matonidium Göpperti, Weichselia, Zamiophyllum Buchianum*). Die Unterschiede dürften z.T. auf Zufälligkeiten beruhen; teils macht sich die Verschiedenheit der Erhaltungsbedingungen geltend: Bei den Sandsteinresten handelt es sich wohl grossenteils um Einbettung ± an Ort und Stelle (vergl. *Cylindrites*; vergl. *Laccopteris* , Wedel und Rhizom). Vor allem werden auch die ± spezifisch schweren Fruktifikationen meist keinen weiten Transport mitgemacht haben. Überdies wurden sie im Sand weniger leicht zerquetscht wie im Ton. So überwiegt bei unsern Fruktifikationen weitaus die Erhaltung in Sandstein. - Gewiss besass ein sandiger Strand auch eine eigene Fazies des Pflanzenlebens. Desonders charakteristisch dafür waren wahrscheinlich *Cylindrites spongioides*, vielleicht u.a. auch dickblättrige Weichselien. - - Stratigraphisches Interesse erweckt bei dem nicht im einzelnen näher aufgeklärten Alter des Neokomsandsteins vielleicht die *Gleichenia* cf. *longipennis* vom Heidhornberg bei Iburg, den echt kretazischen Gleichenien angehörend (vergl. Grönland). Sie weist wie *Weichselia* auf eine Periode jünger als Wealden. Ein völliges Problematicum ist u.a. die mit den *Polycarpicae* zu vergleichende Fruktifikation incertae sedis.

LITERATURVERZEICHNIS.

BERRY, The lower cretaceous Floras; in Maryland Geol. Survey, Baltimore 1911. - BOMMER, Contrib. a l'étude du genre Weichselia. Bull. Soc. Roy. Belg. Bd. 47, Brüssel 1910. - DUNKER, Monographie der norddeutschen Wealdenbildung. Braunschw. 1846. - ENGLER-PRATL, Nat. Pflanzenfam. I.4, II.1. 1902, 1889. - ETTINGSHAUSEN, Beitr. etc. Weldenflora in Abh. K.K. Geol. R.-Anst. I.5. (1852). - FEISTMANTEL, The foss. flora of the Gondwana System III, 1 - 3, Calcutta 1879; IV. 1 u. 2 Calcutta 1886 in Mem. Geol. Survey India, ser. XII. - FONTAINE, The Potomac Flora, Washington 1889, in Un. Stat. Geol. Survey XV. - GOTHAN, Weichselia, Berlin 1910 (Lief. VI, bzw. Lief. VII von POTONIE, Abb. u. Beschr. foss. Pflanzenreste). - GOTHAN, Unterliass. Flora v. Nürnberg, in Abh. Naturh. Ges. Nürnberg XIX, 1914. - GOTHAN, in POTONIE, Lehrbuch d. Palaeobotanik, Berlin 1921. - HEER, Beitr. zur Kreideflora v. Quedlinburg, in Neue Denkschr. d. allg. Schweiz. Ges. f. d. ges. Naturw. Zürich 1871. - HEER, Contrib. à la flore foss. du Portugal, Lisbonne 1881 (Sect. des Trav. Geol. du Portugal). - HEER, Flora foss. arctica I - VII (1868 - 1883). - HOSIUS u. v.d. MARCK, Flora der westf. Kreideformation 1880, Paläontographica 26. - KRASSER, Kreideflora v. Kunstadt in Mähren, Wien 1896, in Beitr. z. Pal. u. Geol. Österreich-Ungarns X. - NATHORST, Zahlreiche Arbeiten. Viele davon veröffentlicht in K. Svendk. Vet. Ak. Handl. z.B. Bd. 42, 45, 46. - NATHORST, Beitr. Mesoz. Flora Japans in Denkschr. Akad. Wien Bd. 57 (1890). - NEUMANN, Beitr. z. Kenntn. d. Kreideform. in Mittel-Peru, Stuttgart 1907, in Neu. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. - POTONIE, Pflanzenreste a. d. Juraform., Berlin 1903, in FUTTERER, Durch Asien III, Lief. 1 (vergl. z.T. unter GOTHAN). - RENAULT, Cours de Bot. foss. Bd. 1 - 4, Paris 1881 - 85. - RICHTER, Über Neokompfl. der KELBschen Sandgrube b. Quedlinburg, in Sitzungsber. D. geol. Ges. v. 5. IV. 1899. - RICHTER, Über Quedlinburger Kreidekoniferen (l.c. v. 3. V. 1899). - RICHTER, Beitr. z. Flora der unteren Kreide Quedlinburgs Teil I, Leipzig 1906. - SALFELD, Foss. Landpfl. d. Rhät u. Juraform. S.W.Deutschl. Stuttgart 1907 (Palöontogr. 54). - SALFELD, Über das Vorkommen von Zamites Buchianus im Wealden N.W.Deustchlands, 1907 in Jahrb. d. Prov. Mus. z. Hannover. - SALFELD, Beitr. z. Kenntn. jur. Pflanzenr. aus N.Deutschl. Stuttgart 1909, Paläontogr. 56. - SALFELD, Die Gliederung des ob. Jura in N.W.Europa, Stuttgart 1913 (Neues Jahrb. f. Min etc. Beilageband 37). - SAPORTA, Paläontologie franç. (Plantes foss.), 4 Bd., 1875 - 91. - SCHENK, Foss. Flora d. Grenzschicht. d. Keupers u. Lias Frankens, Wiesbaden 1867 bzw. 1868. - SCHENK, D. foss. Pfl. d. Wernsdorf. Schichten i. d. Nordkarpathen. - SCHENK, Die Flora der N.W.Deutsch. Wealdenform. Cassel 1871, Paläontogr. 19. - SCHIMPER u. SCHENK, Paläophyto-

logie. München 1890, in ZITTEL, Handb. d. Paläontol. II. - SCHMALHAUSEN, Beitr. z. Juraflora Russlands, Petersburg 1879 (Mém. Acad. Imp. Sci. VII. ser. Tome XXVII). - SCHULZE, Über die Flora d. subherzyn. Kreide, Halle 1887 (in Zeitschr. f. Naturwissensch.). - SCHUSTER, Bem. über Podozamites, Berlin 1911 (Ber. Deutsch. bot. Gesellsch. XXIX). - SCOTT, Studies in Fossil Botany, London 1909. - SEWARD, The Wealdenflora, London, I 1894, II. 1904, - SEWARD, The Jurassic Flora, London I 1900, II 1904. - SEWARD, Fossil Plants, Cambridge 1910. - SEWARD, A petrified Williamsonia from Scotland, in Phil. Trans. Roy. Soc. CCIII (1912). - SOLMS-LAUBACH, Einleitung i. d. Paläophytologie, Leipzig 1887. - STIEHLER, Beitr. z. Kennt. d. vorweltl. Fl. d. Kreidegeb. i. Harze, Cassel 1857, Paläontogr. 5. - TRAUTSCHOLD, Der Klinsche Sandstein. Moskau 1870. - VELENOWSKY, Gymnospermen d. böhm. Kreideform. Prag 1885. - VELENOWSKY, Über einig. neue Pflenzenform. d, böhm. Kreideform. in Sitzungsber. K. böhm. Ak. d. Wiss. Prag 1887. - VELENOWSKY, Květena ceského cenomanu, in Abh. Böhm. Ges. Wiss. VII. Neue Folge III, Prag 1890. - WARD, The cretaeous form. of the Black Hills, Washington 1899 (U. St. Geol. Surv.). - WARD, FONTAINE, BIBBINS, WIELAND, Status mesoz. floras U. St. Monogr. Geol. Surv. 48, 1905. - WIELAND, La flora Liasica de la Mixteca Alta, Mexico, 1914, Atlas 1916 (Boletin del Instituto Geol. de Mexico). - YOKOYAMA, Jurassic Plants from Kaga, Hida and Echizen, 1889 (Journ. Coll. imp. Univ. Japan III, pt. I. - ZEILLER, Eléments de Paléobotanique, Paris 1900. - ZIGNO, Flora format. Oolith. 1, 2. Padua 1856 - 85.

Ein grosser Teil der Literatur entstammte der Provatbibliothek des Herrn Prof. SALFELD, der dieselbe in liberalster Weise dem Verfasser zur Benützung überliess.

Untersuchungen über den Wachstumsfaktor Kohlensäure.

Von PAUL SPIRGATIS (Königsberg Pr.).

EINLEITUNG: STAND DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNG.

Seit einer längeren Reihe von Jahren sind auf dem Gebiete der Kohlensäuredüngung von verschiedenen Forschern zahlreiche Versuche angsetellt worden. Meist wurde, wenn nicht methodische Fehler vorlagen, durch Erhöhung des Kohlensäuregehaltes der umgebenden Luft eine Steigerung des Pflanzenertrages erzielt. So teilt FISCHER (1) als Gesamtresultat seiner Versuche mit, dass die Pflanzen sich durch kräftigen Wuchs auszeichnen, und insbesondere ihr Blühen und Fruchten erheblich beschleunigt und gesteigert wird. Von einer näheren Besprechung der älteren Literatur auf diesem Gebiete will ich absehen, da dieses von meinem Vorgänger JANERT (2) eingehend geschehen ist; dagegen wird die neuere Literatur am Ende dieser Ausführungen kritisch gewürdigt werden. Jedoch möchte ich hervorheben, dass fast sämtliche Versuchsansteller mit geschlossenen Glasgefässen bzw. Glaskästen arbeiteten, die oft noch in einem Gewächshause aufgestellt sind. Hierbei wird die Lichtintensität bedeutend verringert, weil die Lichtstrahlen die Glaswände passieren müssen. Meine Lichtmessungs-Versuche haben dies bewiesen. Den Kohlensäure-Pflanzen stand vielleicht nur ein Bruchteil des ungeschwächten Tageslichtes zur Verfügung, sodass sie anomalen Verhältnissen unterworfen waren.

KURZE ERÖRTERUNG MEINER VERSUCHSERGEBNISSE.

Nach JANERT (2) haben wir uns das Eindringen der Kohlensäure in die Zellen als einen reinen Diffusionsprozess vorzustellen. Assimiliert die Pflanze, d.h. wird aus Kohlensäure und Wasser organische Substanz gebildet, so wird die Konzentration in der Zelle geringer, und infolgedessen diffundiert Kohlensäure aus den Interzellularräumen, die durch Spaltöffnungen mit der Luft in Verbindung stehen,

durch die Zellwände hindurch. Wird nun der Kohlensäuregehalt der Luft erhöht, so muss ein lebhafterer Strom nach den Interzellularräumen, mithin auch nach den Zellen einsetzen, und die Cloroplasten werden zu grösseren Leistungen befähigt. Es tritt eine Mehrproduktion von organischer Substanz ein. Wir können uns so die Assimilation als eine Funktion des Kohlensäure-Gefälles von der umgebenden Luft in die Interzellularräume vorstellen. Natürlich sind der Leistung der Chloroplasten auch bestimmte Grenzen gesetzt, zumal mit der Steigerung der Assimilations-Vorgänge auch eine steigende Giftwirkung verbunden ist. Die optimale Höhe des Kohlensäure-Gefälles wird nach meinen Versuchen wesentlich von zwei Faktoren bedingt: nämlich erstens von der der Pflanze zur Verfügung stehenden Lichtmenge und zweitens von dem Kohlensäure-Gehalt der umgebenden Luft; und zwar bedingt bereits die Steigerung eines dieser beiden Wachstumsfaktoren eine Erhöhung des Kohlensäure-Gefälles, folglich auch eine Zunahme der Assimilations-Geschwindigkeit. Überschreiten sie eine gewisse Grenze, so treten Schädigungen im Wachstum auf. Wir haben 2 extreme Fälle zu unterscheiden, die ich als normalen und anomalen Zustand bezeichnen möchte. Im ersteren Fall steht den Pflanzen das ungeschwächte Tageslicht zur Verfügung und der Kohlensäuregehalt der umgebenden Luft ist normal; im anderen Fall ist die Licht-Intensität herabgesetzt und der Kohlensäure-Gehalt der Luft erheblich gesteigert. Jedoch erhilet ich bei beiden Versuchsanordnungen den Höchstertrag, d.h.: **Der Kohlensäuregehalt der Atmosphaere reicht zur Erzielung von Höchsterträgen aus, wenn die Pflanzen dem vollen Tageslicht ausgesetzt werden.** Diese letzte Bedingung ist, wie ich schon hervorhob, von den meisten Forschern durchaus nicht erfüllt worden, und so haben wir uns der Erfolg ihrer Kohlensäure-Düngung zu erklären.

Ich komme nun auf die Besprechung der Spezialfälle zurück. Wir haben also bei beiden Versuchen die Optimalleistung der Chloroplaten erreicht, jedoch verschiedene Wege benützt; einmal ist es das ungeschwächte Tageslicht, das die Zelle zur höchsten Tätigkeit anregt und so das erforderliche Diffusionsgefälle zwischen Zelle und umgebender Luft herstellt. Wird dagegen die Assimilationstätigkeit durch Licht-Entzug verlangsamt, sodass die Luft in den Interzellulerräumen noch ständig grössere Kohlensäure-Mengen enthält, so kann man durch Vermehrung des Kohlensäure-Gehaltes der Luft das Kohlensäure-Gefälle entsprechend erhöhen und ebenfalls Höchsterträge erzielen. Nur darf man aus dieser Tatsache nicht den Schluss ziehen, dass der höhere Kohlensäuregehalt das Tageslicht voll ersetzen könne. Zur Bildung von organischer Substanz ist in erster Linie die Sonnenenergie notwendig. Ein Minimum von Lichtintensität muss bei Anbau unserer Kulturpflanzen stets vorhanden sein, um überhaupt einen Erfolg zu erzielen. Wir haben es nur mit bestimmten Wechselbeziehungen zwischen Licht und Kohlensäure zu tun.

Ferner zeigte sich, dass das Optimum in der Kohlensäure-Konzentration nicht für die ganze Vegetationszeit konstant war sondern von der Licht-Intensität, die den Pflanzen während der Versuchsdauer zur Verfügung stand, abhieng. Überschreitet der Kohlensäuregehalt der Luft bei einer bestimmten Licht-Intensität eine gewisse Grenze, so treten Vergiftungen auf. Sehr deutlich lassen dies die Versuche von JANERT (2) erkennen. Beim Kohlensäureversuch nr. 2 wird der Höchstertrag schon bei einem Kohlensäuregehalt von 0,5% erreicht; bei 1% und insbesondere bei 5% machen sich erhebliche Wachstumsschädigungen bemerkbar. Bei Versuch nr. 4 liegt das Optimum bei 1% und beim letzten Kohlensäureversuch erst bei 5%. - Wie sich die Verhältnisse während der ganzen Vegetationszeit gestalten, werden wir aus meinen Versuchen ersehen.

KRITISCHE WÜRDIGUNG DER JANERT'SCHEN UNTERSUCHUNGEN.

Nachdem ich so in grossen Zügen das Ergebnis meiner Untersuchungen vorweg genommen habe, trete ich in die Besprechung der JANERTschen Arbeit ein, da sie ja die Grundlage für meine Versuche bildet. JANERT erkennt neben anderen Forschern die grosse Bedeutung des Lichtes bei der Kohlensäure-Düngung. Er stellt zunächst fest, dass der Wirkungsfaktor der Kohlensäure nicht konstant ist und führt dieses

auf die verschiedenen Linctintensitäten, die den Pflanzen bei seinen einzelnen Versuchen zur Verfügung standen, zurück; und zwar steigt der Wirkungsfaktor mit zunehmender Lichtintensität.

Da er selbst keine Lichtmessung durchführte, benützte er die Resultate der Lichtmessung von LAMBERG (3) . Jedoch sind die LAMBERGschen Tabellen nicht ganz einwandfrei, wie ich noch später klarlegen werde. Ausserdem verhält sich nach JANERT die Lichtintensität im Gewächshause, in dem er seine Versuche aufgestellt hatte, zur natürlichen, ungeschwächten Lichtintensität wie 1 : 7. Dieses Resultat ist mit den meinigen nicht in Einklang zu bringen, denn bei meinen Messungen, die ich an demselben Orte anstellte, erhielt ich für die Lichtintensität im Gewächshause 50% der Lichtintensität im Freien.

Der Grund für diese grosse Differenz liegt meines Ermessens in den verschiedenen Methoden der Lichtmessung. JANERT benützt als Lichtmesser photographisches Papier, während ich Oxalsäure als Indikator verwandte.

Schon LAMBERG hat auf die Nachteile der ersteren Methode hingewiesen, die objektive Beobachtungen garnicht gestattet. So zeigen auch die LAMBERGschen Lichtmessungstabellen in ihren Zahlen, die die Lichtintensitäten nach beiden Methoden angeben, sehr grosse Unterschiede. Mithin ist der JANERTschen Ertragsberechung, wonach der normale Kohlensäuregehalt der Luft nur für 64% des durch Kohlensäure-Zufuhr erzielbaren Höchstertrages ausreichen soll, jede tatsächliche Unterlage genommen und es erübrigt sich, noch weiter darüber zu sprechen.

LICHTMESSUNG.

Zu der Zeit, als ich mit meinen Versuchen begann, stand also der grosse Einfluss des Lichtes bei der Kohlensäure-Düngung bereits fest. Es war nun meine Aufgabe, neben den Vegetationsversuchen eine genaue Lichtmessung durchzuführen. Ich wählte dazu die von LAMBERG (3) ausgearbeitete Methode. Sie beruht darauf, dass Oxalsäure sich in Gegenwart des Katalysators Eisen am Licht nach der Formel $(COOH)_2 = 2\ CO_2 + H_2$ zersetzt. Der Umfang der Zersetzung wird duch Titrieren mit Kaliumpermanganat festgestellt. Die Differenz des Oxalsäuregehaltes der unbelichteten und der belichteten Flüssigkeit in ccm 1/100 normaler Kaliumpermangagatlösung berechnet, gibt die Tageslichtintensität an. Da ich noch einige kleine Änderungen und Verbesserungen vornahm, will ich den vollständigen Gang der Lichtmessung wiedergeben.

Die Lösung enthält in 3000 ccm destillierten Wassers 40 gr Oxalsäure und 10 gr Kaliumferrioxalat und pflegte für 4 Wochen zu reichen. Der Titer der Lösungen schwankte zwischen 26,5 und 27,5 ccm 1/100 normaler Kaliumpermanganatlösung. Je 20 ccm der ersteren Lösung wurden in zwei 200-ccm Messkolben gebracht und in leere Vegetationsgläser gestellt, um so die Lichtintensität, die den Pflanzen zur Verfügung stand, möglichst genau messen zu können. Die Flüssigkeit wurde 24 Stunden dem Licht ausgesetzt, nur während des letzten Versuchs liess ich die Kölbchen 48 Stunden stehen, um einen möglichst prozentual geringen Fehler zu erhalten. Was das Titrieren anbetrifft, so müssen wir zwischen unbelichteter und belichteter Flüssigkeit unterscheiden. Bei ersterer geht es folgendermassen vor sich: Die Messkölbchen, die 20 ccm der betreffenden Lösung enthalten, werden mit dest. Wasser bis auf 200 ccm aufgefüllt und kräftig durchgeschüttelt. Mittels einer Pipette werden ihnen 10 ccm entnommen, in einen ERLENMEYERkolben gebracht und 10 ccm einer 5% Schwefelsäure zugegeben. Darauf wird die Probe mit destilliertem Wasser versetzt, erwärmt und titriert. Wir erhalten so den Titer der unbelichteten Flüssigkeit. In der belichteten Lösung hat sich durch Zersetzung des Kaliumferrioxalates ein gelber Niederschlag gebildet, der zunächst gelöst werden muss. Zu diesem Zwecke werden 10 ccm conc. Schwefelsäure in den Messkolben gebracht. Bei mässigem Erwärmen verschwindet der Niederschlag sehr bald. Im übrigen wird dann in derselben Weise wie oben verfahren, nur fällt hierbei die Zugabe der Schwefelsäure zur Probe fort. Die Anzahl der ccm weniger verbrauchter Kaliumpermanganatlösung gibt uns die Tageslichtintensität an.

Der Hauptunterschied zwischen meiner und der LAMBERGschen Lichtmessung liegt darin, dass LAMBERG den gelben Niederschlag vollständig ausser Acht lässt, obwohl

er hierzu nicht berechtigt ist. Der Niederschlag bildet sich nämlich bei der Zersetzung des Kaliumferrioxalats nach folgender Gleichung:

$$2\ K_3Fe(C_2O_4)_3 = 2\ K_2Fe(C_2O_4)_2 + K_2C_2O_4 + 2\ CO_2.$$

Wir sehen hieraus, dass nur ein Teil der Oxalsäure in Form von Kohlensäure weggeht, während der andere in dem entstandenen Kaliumoxalat und Kaliumferrooxalat enthalten ist. Da wir aber bei der Feststellung des Titers der unbelichteten Flüssigkeit die gesamte Oxalsäure berücksichtigt haben, darf dieser Niederschlag nicht vernachlässigt werden.

Bei meinen Messungen zeigte sich, dass die Werte um 20% zu hoch wurden, wenn man den Niederschlag unbeachtet liess. Demnach müssen wir die LAMBERGschen Zahlen um 20% verringern, um sie richtig zu stellen (siehe Tabelle unten).

Ferner möchte ich folgenden Nachteil der LAMBERGschen Lichtmessung erwähnen, der uns die teilweise sehr hohen wahrscheinlichen Fehler seiner 4 täglichen Beobachtungen erklärt. Er benützt beim Titrieren 5 ccm einer 2% Schwefelsäure, die nicht imstande ist, den Braunstein in statu nascendi zu lösen; es tritt eine geringe Braunfärbung ein, die natürlich den Umschlag schwer erkennen lässt.

Die folgenden Tabellen und Kurven zeigen uns die Lichtverhältnisse, denen die Pflanzen während der einzelnen Versuche unterworfen waren. Im Gewächshause, das eine doppelte Glasdecke besitzt, haben wir nur ungefähr die Hälfte der natürlichen Lichtintensität. Die letzte Tabelle führt uns den Unterschied in der Lichtintensität zwischen den freien und den Glaskölbchen in den Vegetationsgefässen vor Augen. Ich konnte diese Beobachtungen leider erst im Herbst ausführen, sodass die Unterschiede nicht immer sehr deutlich hervortreten, da wir es ja nur mit kleinen Grössen zutun gaben, die noch mit verhältnismässig hohen Fehlern behaftet sind. In der letzten Spalte dieser Tabelle ist die Lichtintensität in den freien Glaskölbchen gleich 1 gesetzt worden, sodass wir für den zweiten Wert 0,90 ± 0,007 erhalten. Bei der weiteren Verarbeitung der Lichtmessungstabellen ist diese Differenz von 10% berücksichtigt worden.

Ausserdem ist hierbei zu bedenken, dass meine Vegetationsgefässe zylindriche Form besassen, die vielleicht eine konvexe Linsenwirkung hervorrief. Bei ebenen Glasflächen ist die Schwächung des Lichtes bedeutend stärker. Zur Erläuterung der Tabellen sei noch bemerkt, dass die gefundenen Werte die Lichtintensität des vorhergegangenen Tages angeben. Die Spalten 2 - 4 enthalten die ccm weniger verbrauchter 1/100 normaler Kaliumpermanganatlösung. In der 5. Spalte finden sich Prozentzahlen, die dadurch berechnet sind, dass das Mittel eines jeden Versuchs gleich 100 gesetzt worden ist.

LICHTINTENSITÄTEN

Zu Versuch nr. 1.

Tag	Einzelne Beobachtungen		Mittel	%Zahlen
1	2	3	4	5
4. VII.	5,9	5,6	5,75 ± 0,127	125
5.	6,0	6,4	6,2 ± 0,169	135
6.	5,3	5,2	5,25 ± 0,043	114
7.	7,0	7,4	7,2 ± 0,169	157
8.	4,9	5,1	5,0 ± 0,085	109
9.	5,3	5,5	5,4 ± 0,085	117
10.	6,2	6,3	6,25 ± 0,043	136
11.	7,2	7,5	7,35 ± 0,127	160
12.	5,6	6,0	5,8 ± 0,169	126
13.	3.6	3,8	3,7 ± 0,085	80
14.	6,0	6,1	6;05 ± 0,043	132
15.	2,7	2,9	2,8 ± 0,085	61

Tag	Einzelne Beobachtungen		Mittel	% Zahlen
1	2	3	4	5
16.	3,6	3,9	3,75 ± 0,127	82
17.	3,0	3,3	3,15 ± 0,127	68
18.	2,4	2,6	2,5 ± 0,085	54
19.	3,0	3,1	3,05 ± 0,043	55
20.	3,8	4,1	3,95 ± 0,127	86
21.	3,3	3,4	3,35 + 0,043	73
22.	3,6	3,4	3,5 ± 0,085	76
23.	5,4	5,8	5,6 ± 0,159	122
24.	6,0	6,1	6,05 ± 0,043	132
25.	4,0	3,8	3,9 ± 0,085	85
26,	4,1	4,2	4,15 ± 0,043	90
27.	3,0	2,8	2,9 ± 0,085	63
28.	3,3	3,1	3,2 ± 0,085	70
29.	4,0	3,8	3,9 ± 0,085	85
30.	4,1	4,0	4,05 ± 0,043	88
31.	4,3	4,4	4,35 ± 0,043	95
1. VIII.	5,0	5,4	5,2 ± 0,169	113

Zu Versuch nr. 2.

7. VIII.	4,2	4,0	4,1 ± 0,085	105
8.	5,9	5,6	5,75 ± 0,127	147
9.	4,2	4,0	4,1 ± 0,085	105
10.	2,6	2,8	2,7 ± 0,085	69
11.	4,2	4,5	4,35 ± 0,127	111
12.	5,0	4,6	4,8 ± 0,169	123
13.	3,7	4,0	3,85 ± 0,127	98
14.	4,1	4,3	4,2 ± 0,085	107
15.	3,4	3,6	3,5 ± 0,085	89
16.	2,9	3,0	2,95 ± 0,043	75
17.	4,7	5,0	4,85 ± 0,127	124
18.	3,6	3,4	3,5 ± 0,085	89
19.	4,0	4,3	4,15 ± 0,127	106
20.	3,2	3,3	3,25 ± 0,043	83
21.	3,3	3,5	3,4 ± 0,085	87
22.	3,7	3,5	3,6 ± 0,085	92
23.	5,3	4,9	5,1 ± 0,169	130
24.	2,7	3,0	2,85 ± 0,127	73
25.	2,9	3,2	3,05 ± 0,127	78
26.	3,9	3,7	3,8 ± 0,085	97
27.	3,6	3,8	3,7 ± 0,085	94
28.	4,3	4,1	4,2 ± 0,085	107
29.	4,4	4,3	4,33 ± 0,043	111

Zu Versuch nr. 3.

13. VIII.	1,6	1,8	1,7 ± 0,085	98
14.	1,8	2,1	1,95 ± 0,127	113
15.	1,5	1,6	1,55 ± 0,043	90
16.	1,4	1,5	1,45 ± 0,043	84
17.	2,1	2,4	2,25 ± 0,127	130
18.	1,6	1,8	1,7 ± 0,085	98
19.	2,0	2,2	2,1 ± 0,085	121

Tag	Einzelne Beobachtungen		Mittel	%Zahlen
1	2	3	4	5
20. VIII.	1,6	1,7	1,65 ± 0,043	95
21.	1,7	1,8	1,75 ± 0,043	101
22.	1,8	1,9	1,85 ± 0,043	107
23.	2,2	2,4	2,3 ± 0,085	133
24.	1,5	1,5	1,5 ± 0,000	87
25.	1,5	1,6	1,55 ± 0,043	90
26.	1,8	1,9	1,85 ± 0,043	107
27.	1,5	1,6	1,55 ± 0,043	90
28.	2,0	2,1	2,05 ± 0,043	118
29.	2,0	2,1	2,05 ± 0,043	118
30.	2,0	2,2	2,1 ± 0,085	121
31.	1,7	1,9	I,8 ± 0,085	104
1. IX.	1,7	1,9	1,8 ± 0,085	104
2.	1,4	1,6	1,5 ± 0,085	87
3.	1,0	1,2	1,1 ± 0,085	64
4.	1,0	1,2	1,1 ± 0,085	64
5.	I,65	1,85	1,75 ± 0,085	101
6.	1,7	1,8	1,75 ± 0,043	101
7.	1,3	1,4	1,35 ± 0,043	78

Zu Versuch nr. 4.

4. IX.	1,8	1,9	1,85 ± 0,043	87
5.	3,4	3,0	3,2 ± 0,169	151
6.	3,5	3,7	3,5 ± 0,085	170
7.	2,7	3,0	2,85 ± 0,127	134
8.	2,8	3,0	2,9 ± 0,085	137
9.	2,1	2,3	2,2 ± 0,085	104
10.	2,2	2,3	2,25 ± 0,043	106
11.	2,2	2,4	2,3 ± 0,085	109
12.	2,4	2,8	2,6 ± 0,169	123
13.	1,9	2,2	2,05 ± 0,127	97
14.	1,6	1,8	1,7 ± 0,085	80
15.	1,9	2,1	2,0 ± 0,085	94
16.	2,2	2,5	2,35 ± 0,127	111
17.	1,2	1,4	1,3 ± 0,085	61
18.	1,6	1,8	1,7 ± 0,085	80
19.	2,1	2,3	2,2 ± 0,085	104
20.	2,2	2,0	2,1 ± 0,085	99
21.	1,3	1,4	1,35 ± 0,043	64
22.	2,3	2,2	2,25 ± 0,043	106
23.	1,8	2,0	1,9 ± 0,085	90
24.	1,7	1,8	1,75 ± 0,043	83
25.	1,4	1,5	1,45 ± 0,043	68
26.	1,6	1,7	1,65 ± 0,043	78
27.	1,7	1,9	1,8 ± 0,085	85
28.	1,5	1,7	1,6 ± 0,085	75

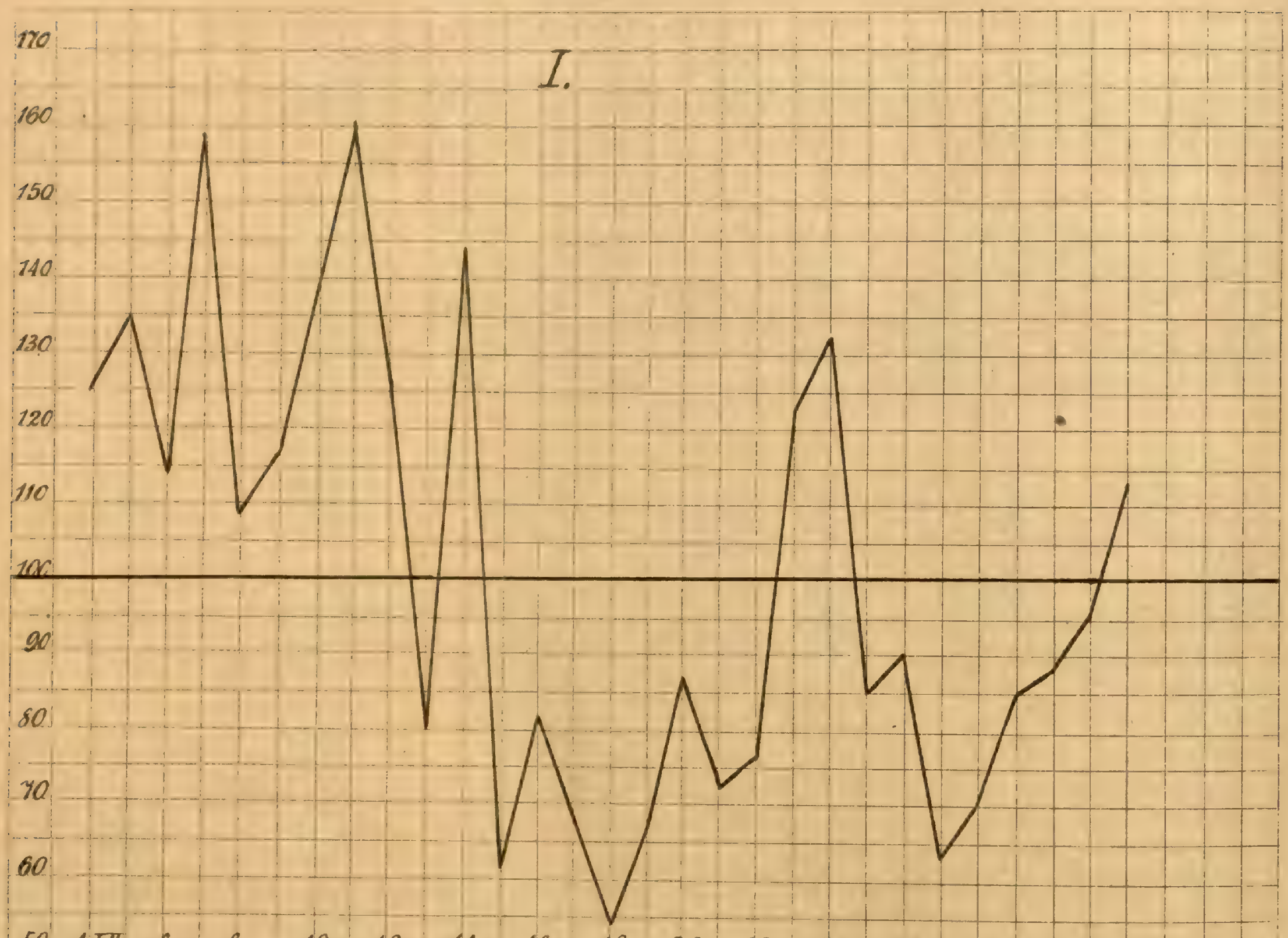
Zu Versuch nr. 5.

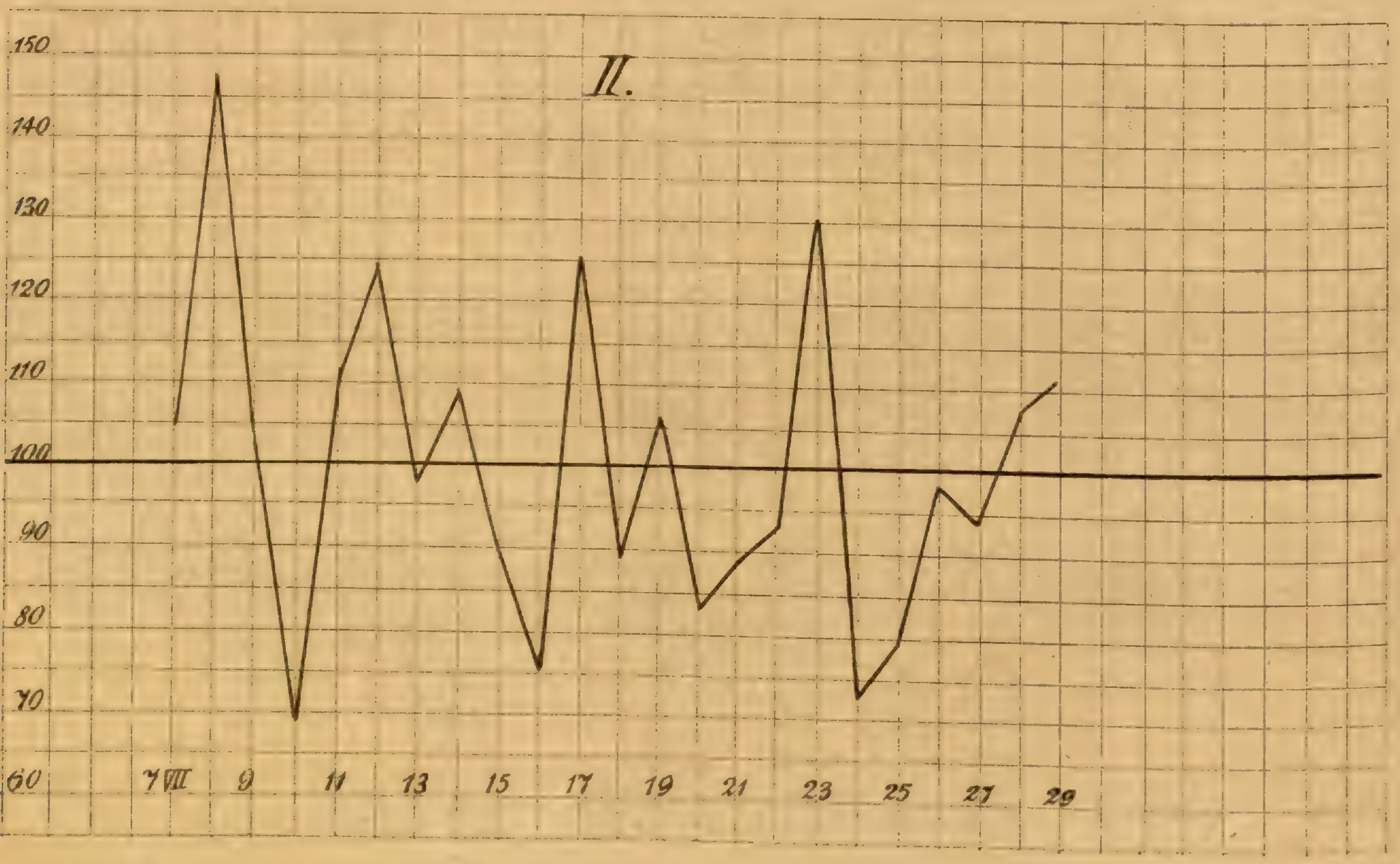
Tag	Einzelne Beobachtungen		Mittel	Zahlen
1	2	3	4	5
14. IX.	1,0	0,9	0,95 ± 0,043	104
15.	1,3	1,2	1,25 ± 0,043	137
16.	1,0	1,2	1,1 ± 0,085	121
17.	0,7	0,9	0,8 ± 0,085	88
18.	0,9	1,0	0,95 ± 0,043	104
19.	1,0	1,2	1,1 ± 0,085	121
20.	1,3	1,0	1,15 ± 0,127	126
21.	0,9	0,8	0,85 ± 0,043	93
22.	1,2	1,4	1,3 ± 0,085	143
23.	1,1	1,2	1,15 ± 0,043	126
24.	0,8	1,0	0,9 ± 0,085	99
25.	0,9	1,0	0,95 ± 0,043	104
26.	0,9	1,0	0,95 ± 0,043	104
27.)	1,6	1,8	1,7 ± 0,085	93
28.)				93
29.(	2,2	2,3	2,25 ± 0,043	123
30.(				123
1.)	1,4	1,6	1,5 ± 0,085	82
2.)				82
3.(	1,5	1,6	1,55 ± 0,043	85
4.(				85
5.)	1,4	1,5	1,55 ± 0,043	79
6.)				79
7.(	1,4	1,8	1,6 ± 0,169	88
8.(				88
9.)	1,4	1,5	1,45 ± 0,043	79
10.)				79
11.(	1,7	1,4	1,55 ± 0,127	85
12.(				85

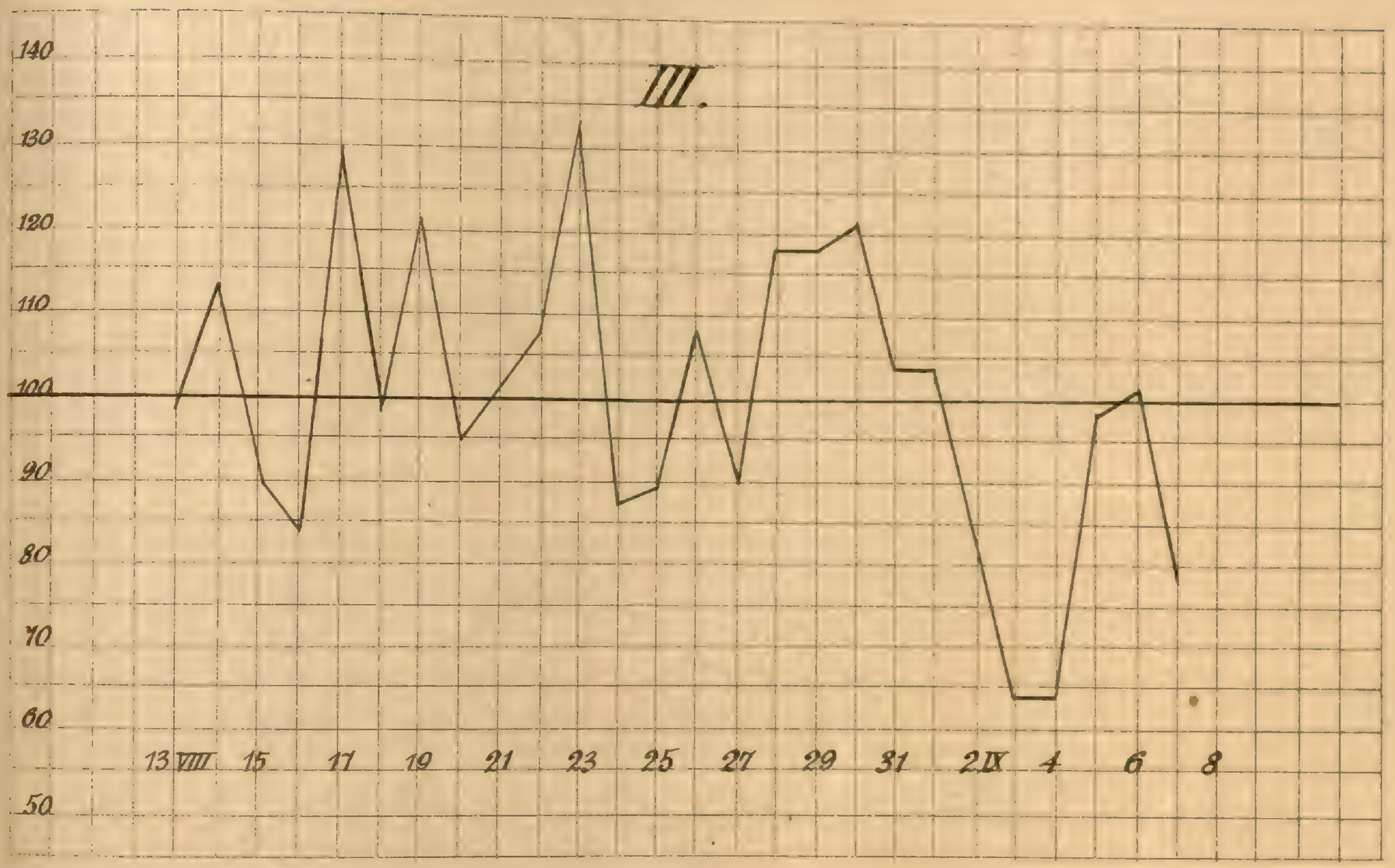
VERGLEICHENDE LICHTMESSUNG.

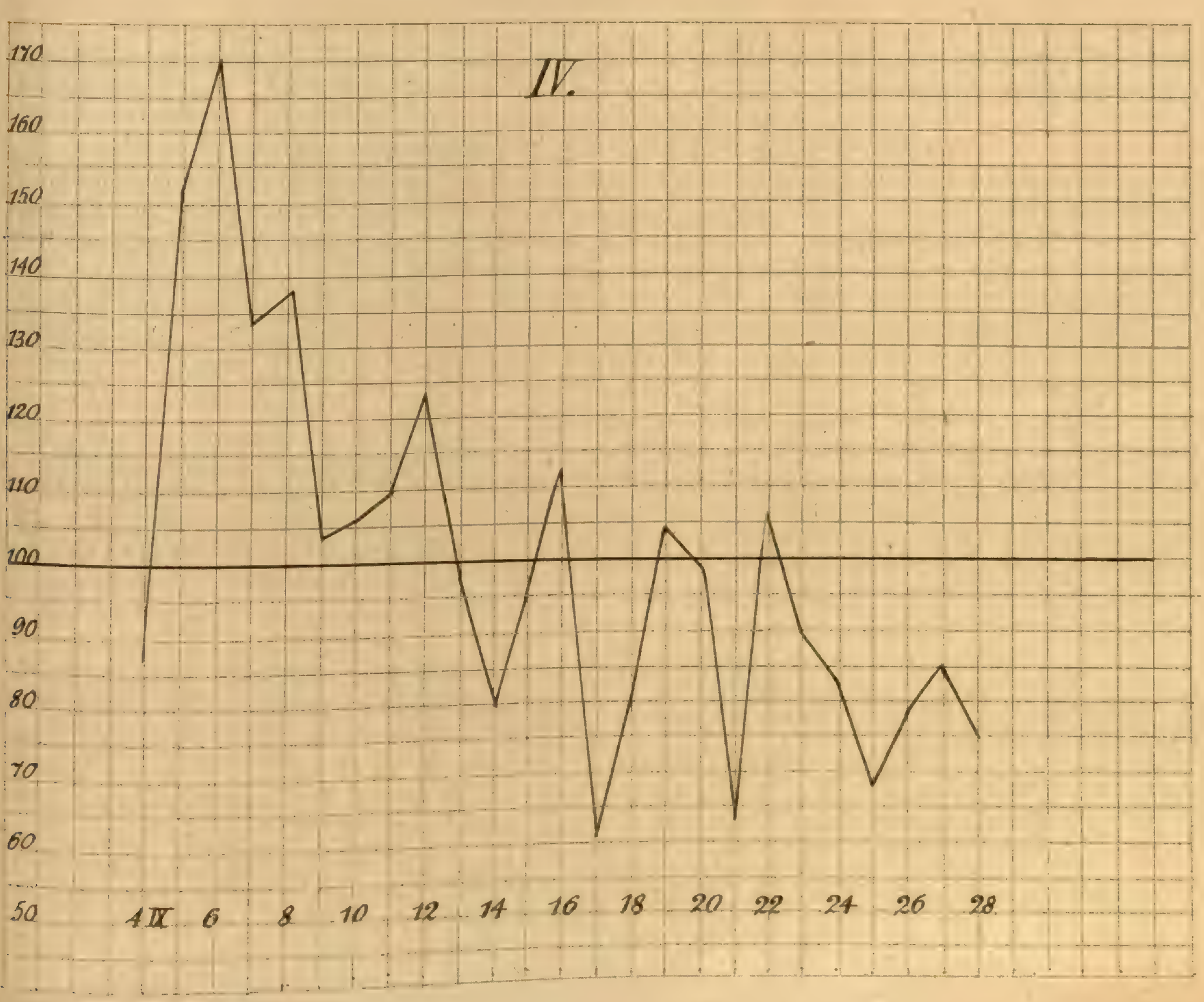
Glaskölbchen: frei				im Vegetationsgefäss.	
Tag	einz. Beobacht.		Mittel	Mittel	Lichtint. i. d. freien Glask. =1 gesetzt.
8. IX.	3,2	3,4	3,3 ± 0,085	2,9 ± 0,085	0,88
9.	2,5	2,6	2,55 ± 0,043	2,2 ± 0,085	0,86
10.	2,4	2,6	2,5 ± 0,085	2,25 ± 0,043	0,90
11.	2,4	2,5	2,45 ± 0,043	2,3 ± 0,085	0,94
12.	3,0	2,8	2,9 ± 0,085	2,6 ± 0,169	0,90
13.	2,1	2,5	2,3 ± 0,169	2,05 ± 0,127	0,89
21.	1,4	1,6	1,5 ± 0,085	1,35 ± 0,043	0,90
22.	2,4	2,7	2,65 ± 0,127	2,25 ± 0,043	0,85
23.	1,9	2,1	2,0 ± 0,085	1,9 ± 0,085	0,95
24.	2,0	1,8	1,9 ± 0,085	1,75 ± 0,127	0,92
				Mittel	1 : 0,90 ± 0,007

GRAPHISCHE DARSTELLUNG DER LICHTVERHÄLTNISSE WÄHREND DER EINZELNEN VEGETATIONSVERSUCHE (1 - 5).






III.
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
13 VIII
15
17
19
21
23
25
27
29
31
2 IX
4
6
8


IV.
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
4 IX
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28

nur 3 - 4 Blätter zur Entwickelung, die geil emporwuchsen. Die Zuführung der Kohlensäure ergab grosse Wachstumssteigerungen. Mehrerträge von 100% wurden erzielt. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsreihen waren schon während des Versuchs mit blossem Auge sehr deutlich erkennbar; die Hälmchen der Kohlensäure-Pflanzen waren bedeutend stärker als die der Normalgefässe. Die berechneten Werte, die sich den Beobachtungen (siehe folgende Tabell nr. 3 und Kurve III) gut anschliessen, folgen der Gleichung: log. (0,600 - y) = (0,4983 - 1) - 3,3 x. Demnach ist der Wirkungsfaktor infolge der geringen Lichtintensität auf 3,3 herabgesunken.

Der nächste Versuch wurde wiederum auf dem Gewächshause aufgestellt. Er wurde am 4. September angesetzt und am 28. abgeschlossen. Es war nun von vornherein klar, dass bei d i e s e m Aussenversuch eine Ertragssteigerung durch Zuführung von Kohlensäure eintreten musste; denn die Lichtmessung ergab derartig niedrige Werte, dass der normale Kohlensäuregehalt der Luft zur Erzielung von Höchterträgen nicht mehr ausreichen konnt. Diese logische Folgerung wurde auch tatsächlich durch das Ernteergebnis in vollem Umfange bestätigt. Das Optimum in der Kohlensäure-Konzentration liegt bei 0,5%. Über die erzielten Erträge gibt die folgende Tabelle nr. 4 und Kurve IV. Aufschluss. Die berechneten Werte stimmen mit den gefundenen gut überein und folgen der Gleichung:

$$\text{Log. } (0{,}445 - y) = (0{,}3424 - 1) - 5{,}2 \cdot x.$$

Der fünfte und letzte Versuch wurde im Gewächshause durchgeführt. Er brachte nichts wesentlich Neues, sondern bestätigte nur das Ergebnis der vorigen Versuche. Er wurde am 14. September angesetzt und am 12. Oktober geerntet. Der Unterschied zwischen den Pflänzchen der einzelnen Versuchsreihen trat wieder sehr deutlich hervor. Die angewandten Kohlensäure-Konzentrationen und die hierdurch erzielten Erträge sind aus der folgenden Tabelle nr. 5 und Kurve V ersichtlich. Die gefundenen Werte passen sich den aus nachstehender Gleichung berechneten gut an:

$$\text{Log. } (0{,}500 - y) = (0{,}3617 - 1) - 1{,}3 \cdot x.$$

Versuch nr. 1.

Gefäss nr.	% Kohlensäure.	Druck in mm Hg.	Trockensubstanz der Halme in g.		
			gefunden		berechnet
1	0,0000	160	0,09[1]	0,245 ± 0,043	0,280
2			0,195		
3			0,295		
4			0,11[1]		
5	0,0003	160	0,34	0,293 ± 0,018	0,294
6			0,29		
7			0,32		
8			0,22		
9	0,003	226	0,34	0,410 ± 0,017	0,391
10			0,44		
11			0,44		
12			0,42		
13	0,03	760	0,53	0,510 ± 0,012	0,520
20			0,49		

1) Säureerscheinungen.

Gefäss nr.	% Kohlensäure.	Druck in mm Hg.	Trockensubstanz der Halme in g.	
			gefunden	berechnet
14 15 16	0,4	226	0,52 0,55 0,49 — 0,520 ± 0,012	0,520
17 18 19	0,8	210	0,49 0,45 0,41 — (0,450 ± 0,016)	0,520
21 22 23 24	1,0	178	0,55 0,49 0,59 0,60 — 0,558 ± 0,018	0,520
Versuch nr. 2.				
1 2 3 4	0,0000	160	0,29 0,22 0,27 0,30 — 0,270 ± 0,012	0,000
5 6 7 8	0,0075	302	0,17 0,20 0,25 0,22 — 0,210 ± 0,012	0,237
9 10 11 12	0,015	456	0,39 0,32 0,35 0,20 — 0,353 ± 0,015 1)	0,353
13 14 15 16	0,03	760	0,49 0,42 0,46 0,44 — 0,453 ± 0,011	0,438
17 18 19 20	0,1	180	0,40 0,38 0,25 0,48 — 0,420 ± 0,024 1)	0,465
21 22 23 24	1,0	180	0,45 0,40 0,37 0,35 — 0,393 ± 0,016	0,465
Versuch nr. 3.				
1 2 3 4	0,0000	160	0,25 0,28 0,31 0,30 — 0,285 ± 0,010	0,285

1) Säurewirkung.

Gefäss nr.	% Kohlensäure.	Druck in mm Hg.	Trockensubstanz der Halme in g.		
			gefunden		berechnet
5 6 7 8	0,015	456	0,35 0,28 0,32 0,33	0,320 ± 0,010	0,319
9 10 11 12	0,03	760	0,30 0,33 0,32 0,35	0,325 ± 0,007	0,349
13 14 15 16	0,3	222	0,53 0,63 0,55 0,57	0,570 ± 0,015	0,349
17 18 19 20	1,0	310	0,58 0,69 0,66 0,57	0,625 ± 0,024	0,600
21 22 23 24	5,0	340	0,59 0,63 0,55 0,59	0,59P ± 0,010	0,600

Versuch nr. 4.

1 2 3 4	0,0038	226	0,22 0,24 0,20 0,25	0,228 ± 0,009	0,235
5 6 7 8	0,0075	302	0,24 0,22 0,25 0,26	0,243 ± 0,006	0,243
9 10 11 12	0,015	456	0,26 0,25 0,28 0,27	0,265 ± 0,005	0,261
13 14 15 16	0,03	760	0,34 0,29 0,31 0,27	0,303 ± 0,011	0,291
17 18 19 20	0,1	180	0,33 0,30 0,35 0,38	0,340 ± 0,012	0,379

Gefäss nr.	% Kohlensäure.	Druck in mm Hg.	Trockensubstanz der Halme in g.	
			gefunden	berechnet
21 22 23	0,5	270	0,44 0,44 0,437 ± 0,003 0,43	0,445

Versuch nr. 5.

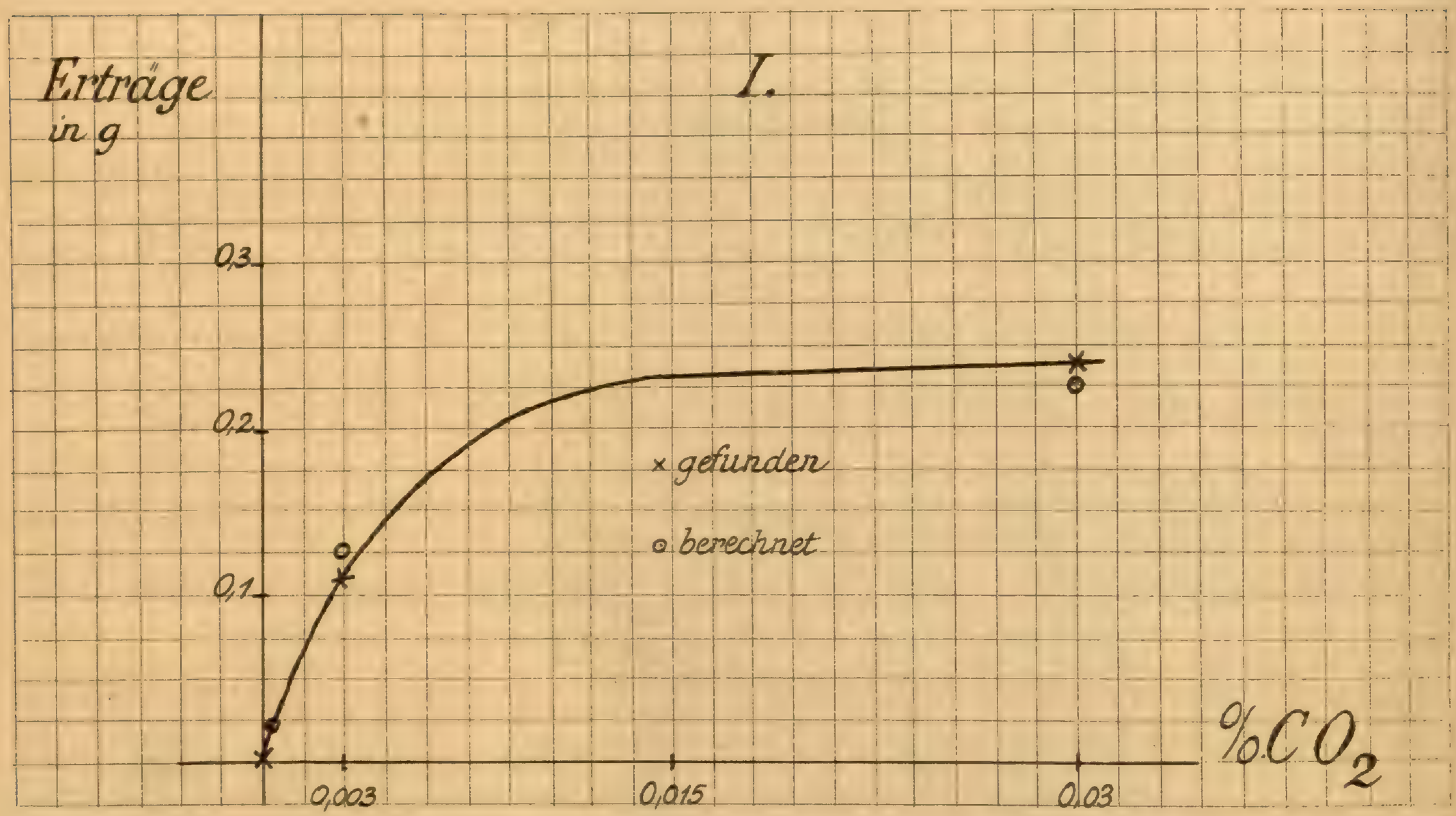
1 2 3 4	0,000	160	0,28 0,25 0,270 ± 0,007 0,26 0,29	0,270
5 6 7 8	0,03	760	0,30 0,27 0,288 ± 0,004 0,29 0,29	0,290
9 10 11 12	0,5	270	0,46 0,40 0,460 ± 0,015 0,49 0,49	0,448
13 14 15 16	1,0	310	0,45 0,53 0,490 ± 0,015 0,47 0,51	0,488
17 18 19 20	2,0	310	0,53 0,50 0,483 ± 0,016 0,44 0,46	0,500
21 22 23 24	5,0	310	0,52 0,47 0,503 ± 0,013 0,54 0,48	0,500

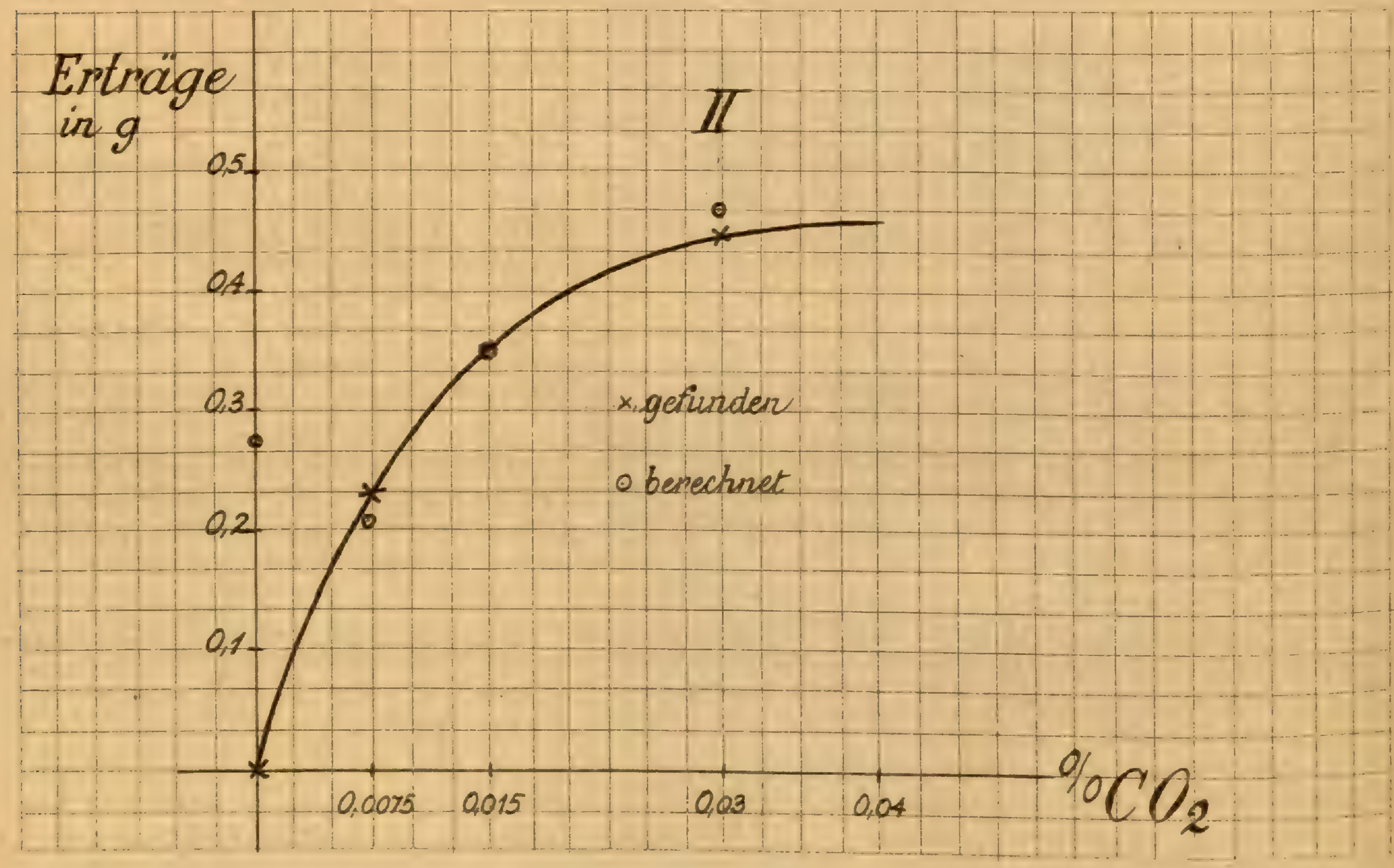
VERWERTUNG DER VERSUCHE.

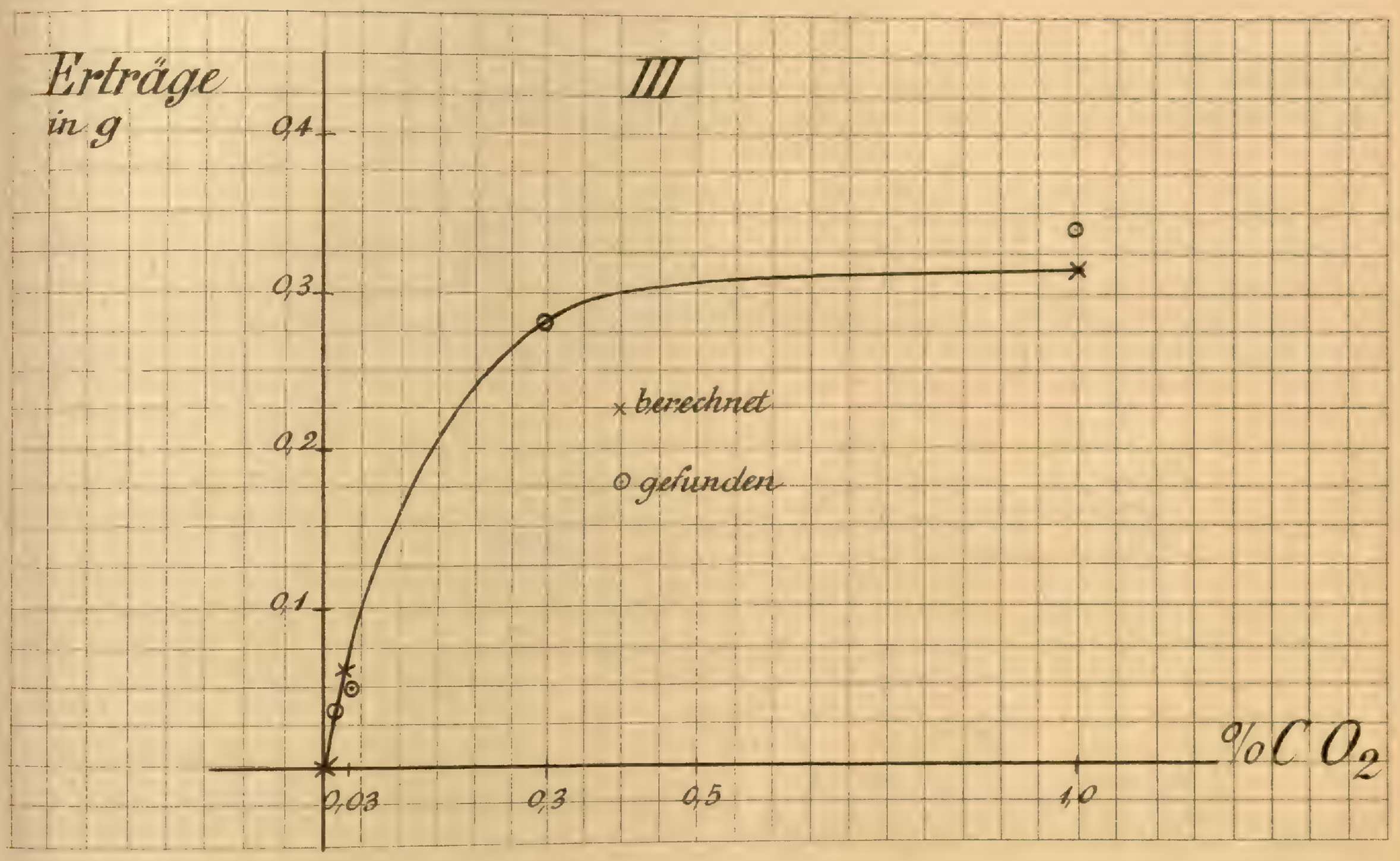
Überblicken wir nun unsere fünf Versuche, so erhalten wir folgendes Gesamtresultat: Der Wirkungsfaktor des Wachstumsfaktors Kohlensäure ist nicht konstant; er ändert sich mit der Lichtintensität, und zwar steigt er mit zunehmender Lichtintensität. Nach meinen Lichtmessungen verhielten sich die durchschnittlichen Tageslicht-Intensitäten der einzelnen Vegetationsversuche wie 4.6 : 3,9 : 2,1 : 1,7 : 0,9 und die hierzu gehörigen Wirkungsfaktoren wie 90 : 41 : 5,2 : 3,3 : 1,3.

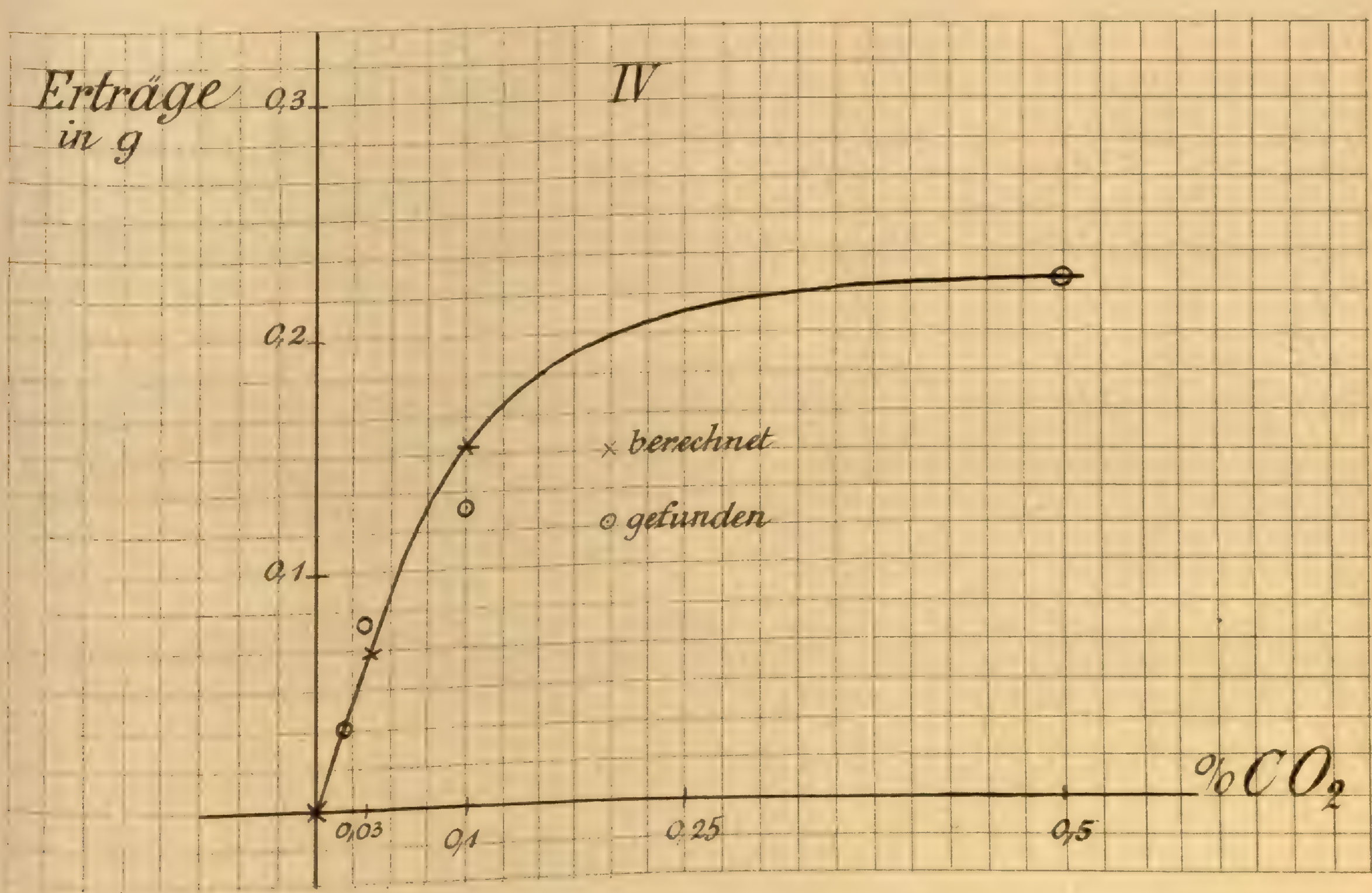
Diese Tatsache steht scheinbar im Gegensatz zum Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren. Das Gesetz besagt in einem zweiten Teile, dass "der Wirkungsfaktor eines Wachstumsfaktors konstant bleiben muss, ganz gleich welche Mengen eines zweiten Wachstumsfaktors unsern Pflanzen zur Verfügung stehen" (4). Abeweichungen traten nach Versuchen von E. A. MITSCHERLICH (5) jedoch dann auf, wenn der betreffende Wachstumsfaktor, bevor ihn die Pflanze aufnahm, in irgend einer Weise eine physikalische oder chemische Veränderung erfuhr. So bewirkte eine Beidüngung von kohlensaurem Kalk zu Tri- und Dicalciumphosphat eine Verringerung des

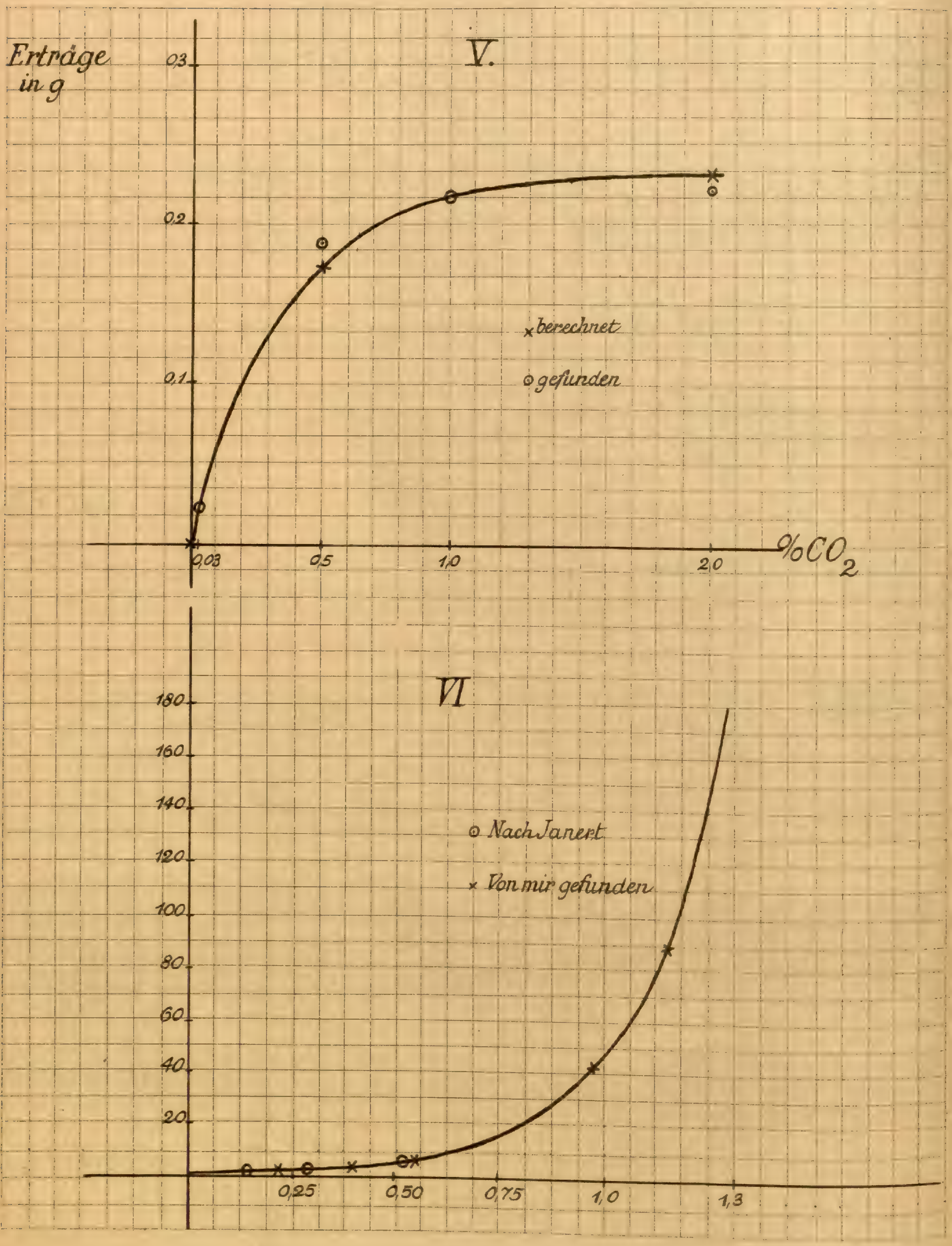
GRAPHISCHE DARSTELLUNG DER GLEICHUNGEN.
(Es sind nur Differenzerträge eingezeichnet.)






III
Erträge in g
0,4
0,3
0,2
0,1
× berechnet
⊙ gefunden
% CO2
0,03
0,3
0,5
1,0


IV
Erträge in g
0,3
0,2
0,1
× berechnet
⊙ gefunden
% CO2
0,03
0,1
0,25
0,5


V.
Erträge in g
0,3
0,2
0,1
0,03
0,5
1,0
2,0
% CO_2
× berechnet
⊙ gefunden
VI
180
160
140
120
100
80
60
40
20
⊙ Nach Janert
× Von mir gefunden
0,25
0,50
0,75
1,0
1,3

Wirkungsfaktors der Phosphorsäure, da sie in grösserem Umfange als bei ausbleibender Kalkdüngung im Boden festgelegt wurde. Umgekehrt erhöhte nach den Versuchen von PFEIFFER (6), die von E. A. MITSCHERLICH weiter verarbeitet wurden, eine Beidüngung von Kochsalz zu leicht löslichen Kalisalzen den Wirkungsfaktor des Kalis, da das Natrium eine weitere Bindung des Kalis durch andere Salze verhinderte und es so für die Pflanze aufnahmefähiger machte. Auch der Wirkungsfaktor des Wassers ist nicht konstant; er ändert sich mit dem Gehalt an Nährstoffen, die im Wasser gelöst sind. Ferner tritt eine Steigerung des Wirkungsfaktors dieses Wachstumsfaktors ein, wenn den Pflanzen das Wasser in den obersten Erdschichten dargeboten wird. Die Pflanze spart hierbei Energie, da sie nicht gezwungen ist, ihre Wurzeln in tiefere Bodenschichten hinabzuschicken.

Ähnliche Verhältnisse müssen wir uns nun auch bei den beiden miteinander in Korrelation stehenden Wachstumsfaktoren, Licht und Kohlensäure, vorstellen. Bevor die Pflanze die Kohlensäure zur Bildung von organischer Substanz verbraucht wird dieser Wachstumsfaktor gewissermassen vom Licht hierzu präpariert. Bei gleichem Kohlensäuregehalt der Atmosphaere ist die Assimilationsgeschwindigkeit bei hoher Lichtintensität grösser als bei niedriger. Im ersteren Falle wird der Pflanzenzelle in der Zeiteinheit mehr Kohlensäure zuströmen. Der absoluten Kohlensäuremenge kommt also bei grösserer Lichtintensität ein grösserer Wirkungswert zu, der sich eben in dem Steigen des Wirkungsfaktors äussern muss. Die Abhängigkeit des Wirkungsfaktors der Kohlensäure von der Lichtintensität ist nun keine willkürliche, sondern folgt ebenfalls einem logarithmischen Gesetze. Die graphische Darstellung der Funktion finden wir in Kurve VI, Seite 398; auf der Abscissenaxe sind die Lichtintensitäten, auf der Ordinatenaxe die Wirkungsfaktoren aufgetragen. Bei den Lichtintensitäten hat noch eine Umrechnung stattgefunden, indem die mittlere Tageslichtintensität einer Vegetationsperiode aufgrund LAMBERGscher Messungen gleichl gesetzt worden ist. Die von JANERT gefundenen Wirkungsfaktoren sind auch in die Kurve aufgenommen; doch mussten die Lichtintensitäten für die einzelnen Versuche, da sie, wie ich klargelegt habe, Unrichtigkeiten aufwiesen, nach folgender Tabelle verbessert werden:

Mittlere Tageslichtintensitäten	Nach Lamberg	Um 20 % verringert.	10% Verdunkelungsabzug durch d. Vegetationsgläser	50% Gewächshaus-Abzug.	Mittel d.ganzen Veg.-Periode = 1 gesetzt
Der ganzen Vegetationsperiode	5,0	4,0	-	-	1
Des 2. Versuchs	5,6	4,48	4,03	2,02	0,51
" 4. "	3,2	2,56	2,30	1,15	0,29
" 5. "	1,5	1,2	1,08	0,54	0,14

Als höchste Lichtintensität eines Versuches ist gemäss dem Kurvenverlauf 5,2 bzw. bezogen auf das Mittel der ganzen Vegetationsperiode 1,3 anzusetzen. Danach beträgt der maximale Wirkungsfaktor 180. Als allgemeines Gesetz für die Abhängigkeit des Wirkungsfaktors der Kohlensäure von der Lichtintensität erhielt ich die Gleichung: $\log w = 2i - 0{,}3447$, welche die betreffenden Maxima in folgender Weise in der Konstanten enthält: $\log w = \log 180 - 2 \cdot (1{,}3 - i)$. - Über die Bestimmung der Lichtintensitäten i und der Wirkungsfaktoren w vergleiche die Tabelle auf Seite 400.

Die von JANERT gefundenen Werte zeigen in der Tabelle Abweichungen, doch hält es nicht schwer, die JANERTschen Gleichungen mit den von mir berechneten Wirkungsfaktoren umzurechnen. Die neuen Werte liegen dann vollkommen innerhalb der wahrscheinlichen Fehler, sodass tatsächlich keine Unstimmigkeiten bestehen.

Nach der Tabelle ergibt sich für die Lichtintensität 1, d.h. für die mittlere Tageslichtintensität einer Vegetationsperiode in Königsberg der Wirkungsfaktor

Es entspricht einer Lichtintensität i			ein Wirkungsfaktor w	
	absolut.	Mittlere Tageslichtintensität d. Vegetationsperiode = 1 gesetzt	gefunden	berechnet
	4,6	1,15	90,0	90,2
	3,92	0,98	41,2	41,2
	2,12	0,53	5,2	5,2
n. JANERT	2,02	0,51	6,0	4,7
	1,73	0,43	3,3	3,3
n. JANERT	1,15	0,29	2,0	1,7
	0,92	0,23	1,3	1,3
n. JANERT	0,54	0,14	0,6	0,86

45,2. Setzen wir ihn in die Gleichung log (100 - y) = 2 , 0000 - c , x ein, so erhalten wir für x = 0,03 y = 95,6. Demnach werden in Königsberg bei einem Kohlensäuregehalt der Luft von 0,03% im Freien 95,6% des durch Kohlensäurezufuhr erzielbaren Höchstertrages geerntet, mit andern Worten: Der Kohlensäuregehalt der Atmosphaere reicht bei normalen Lichtverhältnissen für die Lieferung von Maximalerträgen aus; denn die geringe Differenz liegt innerhalb des wahrscheinlichen Fehlers der Beobachtungen.

Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn die Pflanzen nicht das volle Tageslicht zur Verfügung gestellt bekommen. Unter derartigen Bedingungen wird der pflanzliche Organismus durch Erhöhung des Kohlensäuregehaltes der umgebenden Luft zu grösseren Leistungen befähigt. In erster Linie wären hier die Gewächshauskulturen zu nennen. Das freie Sonnenlicht wird durch die Glasscheiben und ihre eisernen bzw. hölzernen Fassungen bedeutend geschwächt. Beträgt z.B. die Verdunkelung 50%, so werden nach meiner Gleichung bei normalem Kohlensäuregehalt der Luft (= 0,03%) nur 30% des Höchstertrages erzielt. In diesem Falle würde eine Kohlensäure-Düngung grosse Erfolge zu verzeichnen haben. Die Mittel u. Wege zu finden, wie nun die Kohlensäure für Gewächshäuser rationell hergestellt werden könnte, ist eine Aufgabe der Technik, die hier nicht zu erörtern ist.

Jedoch können wir das Problem der Kohlensäuredüngung als gelöst betrachten. Die Anschauung von BORNEMANN (8), auf die ich im folgenden einzugehen gedenke, ist völlig haltlos, Für die breite Landwirtschaft hat die "Kohlensäuretheorie" keinerlei Bedeutung. Der Landwirt kann auf dem einmal beschrittenen Wege weitergehen und seinen Acker bestellen, wie es die praktische Erfahrung lehrte, bzw. die Wissenschaft von anderen Gesichtspunkten aus für erforderlich hält.

BESPRECHUNG DER NEUEREN LITERATUR.

Habe ich bisher in der Hauptsache meine eigenen Versuche geschildert und sie weiter verarbeitet, so trete ich jetzt in die Besprechung der neueren Literatur ein.

Der eigentliche Begründer der "Kohlensäuretheorie" ist BORNEMANN (8). Auf Grund seiner Versuche kommt er zu dem Ergebnis, dass durch Erhöhung des Kohlensäuregehaltes der Luft die Erträge unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen bedeutend gesteigert werden können. Er stellt neue Regeln für die Ackerbestellung auf, nach denen der Stalldünger als Kohlensäurequelle dienen soll. Leider vergisst BORNEMANN (9), dass er es bei seinen Versuchen mit anomalen Lichtverhältnissen zutun hat. Wenn auf dem ausgewählten Platze zum Schutze der Kulturen eine leichte Eisenkonstruktion aufgestellt und diese mit engmaschigem Drahtgeflecht überzogen wird, so ist es klar, dass den Pflanzen nur ein Bruchteil des ungeschwächten Tageslichtes zur Verfügung stand. Die Ertragssteigerung durch Kohlen-

säure-Zufuhr ist damit leicht erklärlich und stellt nur eine Bestätigung unserer Versuchsergebnisse dar. Was die Ackerbestellung nach BORNEMANNschen Grundsätzen anbetrifft, so ist hier zu sagen, dass nicht allein der Wachstumsfaktor Kohlensäure variiert wird, sondern es werden ganz andere Wasserverhältnisse geschaffen, da der nicht untergepflügte Dünger die Verdunstung bedeutend herabsetzt. Auch die physikalische Beschaffenheit des Bodens erleidet eine grosse Veränderung, insofern der Boden nicht durch Regen zusammengeschlämmt wird, sondern unter dieser Schutzschicht lockerer und damit wasserhaltiger bleibt! Bei einer derartigen Versuchsanordnung ist es daher sehr schwer, eindeutig festzustellen, auf welchen Wachstumsfaktor die Ertragsunterschiede zurückzuführen sind.

LEMMERMANN (10) erkennt diese Schwierigkeiten und versucht den Wachstumsfaktor Kohlensäure möglichst zu isolieren. Er führt genaue Topf- und Feldversuche durch und findet, dass bei Volldüngung mit künstlichen Düngemitteln weder die Beigabe von Stalldünger noch die von Gründünger die Ernten erhöhen, auch dann nicht, wenn der Stalldünger als Kopfdünger gegeben wurde. Die Kohlensäurewirkung konnte nicht eintreten, da den Pflanzen ungeschwächtes Tageslicht zur Verfügung stand.

Eine weitere Bestätigung unserer Resultate bringen die Versuche von GERLACH (11). Einige seiner Versuchsergebnisse will ich hier anführen:

Versuchspflanze	Erträge in % der Versuche		
	im Glaskasten		im Freien
	ohne CO_2-Zufuhr	mit CO_2-Zufuhr	
Hafer	100	115	108
Weisser Senf	100	118	111
Tagetes	100	131	119
Phlox	100	147	141
Blaue Lupinen	100	114	135
Buschbohnen	100	106	160
Mais	100	107	133

Wir sehen aus dieser Tabelle, dass die Kohlensäure-Zufuhr gegenüber den Normalgefässen in den Glaskästen ertragssteigernd gewirkt hat; jedoch weien die Gefässe im Freien ungefähr dieselben Mehrerträge auf. Diese Tatsache sagt uns, dass der Lichtentzug das Wachstum der Pflanzen schädigend beeinflusst hat. Die Zelle wurde nicht zur höchsten Assimilationstätigkeit angeregt, sodass das Diffusionsgefälle nicht das Optimum erreichte. Kohlensäurezufuhr und ungeschwächtes Tageslicht beseitigen in gleicher Weise diesen Übelstand. Demnach scheinen Kohlensäure und Licht bis zu einem gewissen Grad sich ersetzen zu können. Nähere Angaben hierüber habe ich bereits am Anfange meiner Ausführungen gemacht. Wir haben es offenbar mit denselben Verhältnissen zutun, wie sie LAMBERG bei Wärme und Licht beobachtet hat. Bei den Versuchen GERLACHs mit blauen Lupinen, Mais und Buchbohnen deuten die grossen Ertragsdifferenzen darauf hin, dass das Optimum in der Kohlensäure-Konzentration noch nicht erreicht ist.

HARDEN (12) , der das Problem der Kohlensäure-Assimilation mehr vom botanischen Standpunkte aus erforschte, teilt uns als Ergebnis seiner Untersuchungen mit, dass "sowohl eine Erhöhung der Lichtintensität wie eine solche der Kohlensäure-Konzentration einen Anstieg der Assimilationsgeschwindigkeit bedingt". Beim ersten Blick scheint dieses Resultat mit dem unsrigen völlig übereinzustimmen. Dringen wir aber tiefer in die HARDENsche Arbeit ein, und wenden wir auf seine Resultate das Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren an, so erhalten wir ein ganz anderes Bild. Nach HARDEN f ä l l t der Wirkungsfaktor der Kohlensäure mit steigender Lichtintensität, und hohe Kohlensäure-Konzentrationen geben bei hohen

Lichtintensitäten die grössten Assimilationsgeschwindigkeiten, mit andern Worten: gerade das Gegenteil unserer Resultate. Die Gründe hierfür liegen in seiner Versuchsanordnung, die sich m. E. zu weit von den natürlichen Wachstumsbedingungen unserer Pflanzen entfernt hat. Er benützt als Lichtquelle elektrisches Licht, dessen Lichtstrahlen eine andere Wellenlänge als die des Sonnenlichtes besitzen, also auch eine ganz andere physiologische Wirkung auf die Pflanze ausüben dürften. Ein weiterer Nachteil der HARDENschen Versuche liegt darin, dass sie sich nur über eine s e h r kurze Zeitspanne erstrecken. Es ist sehr leicht möglich, und ich nehme es mit Bestimmtheit an, dass bei hohen Kohlensäure-Konzentrationen und hohen Licht-Intensitäten im Laufe längerer Beobachtungsdauer Vergiftungserscheinungen aufgetreten wären, die aber bei einer Versuchsdauer von 20 Minuten nicht gefasst werden können. Schon JANERT fand, dass mit steigender photosynthetischer Leistung auch eine steigende giftige Wirkung ausgeübt wird. Zum mindesten hätten die Versuche, die HARDEN miteinander vergleicht, über die gleiche Zeitspanne ausgedehnt werden müssen. Wenn er bei niedrigen Konzentrationen 120 Minuten, bei hohen dagegen nur 20 Minuten beobachtet, so sehe ich hierin einen Versuchsfehler. Dieser Einwand wird auch nicht durch die Beobachtungen, bei denen allein der Zeitfaktor variiert, widerlegt; denn die angewandten Variationen sind viel zu gering. Meines Ermessens wird die Assimilations-Geschwindigkeit bei ausgehungertem Material, mit dem wir es hier zutun haben, in der ersten Zeit bis zu einem gewissen Höchstwert ansteigen und ihn bei normalen Verhältnissen beibehalten. Bei hohen Konzentrationen werden allmählig Vergiftungserscheinungen auftreten, die schliesslich das Objekt zum Absterben bringen. Die HARDENschen Versuche tragen wohl dazu bei, das Problem der Kohlensäure-Assimilation zu erhellen, doch ist eine Übertragung seiner Resultate auf unsere Kulturpflanzen unmöglich.

Meine Ergebnisse werden auch durch einen Versuch von BENEKE (13) bestätigt. Er stellt mit Hilfe der Blasenzählmethode fest, dass eine hohe Kohlensäurekonzentration bei schwachem Licht eine bedeutend grössere Assimilationsgeschwindigkeit als bei hoher Lichtintensität bewirkt.

Als letzte grössere Arbeit auf dem Gebiete der Kohlensäuredüngung ist FISCHERs (14) "Pflanzenbau und Kohlensäure" zu erwähnen. Neben zahlreichen eigenen Versuchen bringt FISCHER eine Zusammenstellung der Versuchsergebnisse vieler anderer Forscher. Ebenso wie BORNEMANN stellt er die Theorie auf, dass durch Erhöhung des Kohlensäure-Gehaltes der Atmosphaere die Erträge unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen bedeutend gesteigert werden können. Die einzigen Versuche, die imstande wären, diese Hypothese zu bewiesen, sind die Freilandversuche von RIEDEL (15). Letzterer verwendet Kohlensäure, die durch Reinigen der Hochofen-Abgase hergestellt wurde. Jedoch sind die Ertragsunterschiede wohl lediglich auf die Bodenverschiedenheiten des Versuchsfeldes zurückzuführen. Selbst FISCHER teilt mit, dass das Freiland für streng vergleichende Versuche sehr wenig geeignet ist. Seine eigenen Versuche sind in Gewächshäusern durchgeführt worden und bestätigen hier nur unsere Beobachtungen.

ZUSAMMENFASSUNG.

Zum Schluss seien die Ergebnisse meiner Untersuchungen noch einmal zusammengefasst:

1. Der Wirkungsfaktor des Wachstumsfaktors Kohlensäure ist nicht konstant; er steigt mit steigender Lichtintensität.
2. Daher müssen bei Kohlensäure-Vegetationsversuchen stets genaue Lichtmessungen gemacht werden.
3. Der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre reicht in unserm Klima bei normalen Lichtverhältnissen zur Erzielung von Höchsternten aus. Unsere Kulturpflanzen haben sich also auch hinsichtlich des Kohlensäure-Gehaltes der Luft "akklimatisiert".

LITERATUR-VERWEISE.

(1) FISCHER in FFÜHLINGs Landw. Ztg: 1916, p. 234. - (2) JANERT in MEZ, Archiv I (1922) p. 166 - 176, 201 - 209. - (3) LAMBERG in MEZ, Archiv II (1922) p. 214 - 217. - (4) E. A. MITSCHERLICH, Bodenkunde, Berlin 1920, p. 4. - (5) MITSCHERLICH, l.c. p. 223 - 224. - (6) PFEIFFER, Mitteil. d. Landw. Inst. d. Univ. Breslau III (1905) p. 575. - (7) MITSCHERLICH, l.c. p. 210 - 211. - (8) BORNEMANN, Kohlensäure und Pflanzenwachstum, Berlin 1920. - (9) BORNEMANN in Mitt. Deutsch. Landw.-Ges. 1920. - (10) LEMMERMANN in Mitt. Deutsch. Landw.-Ges. 1920, p. 693 - 695. - (11) GERLACH in Mitt. Deutsch. Landw.-Ges. 1919, p. 79 und 1920, p. 371. - (12) HARDEN, Kritische Versuche zu BLACKMANNs Theorie der "begrenzten Faktoren" bei der Kohlensäure-Assimilation, 1921. - (13) BENEKE, Beiträge zur Kohlensäureasimilation, 1921. - (14) FISCHER, Pflanzenbau und Kohlensäure. Stuttgart 1921. - (15) RIEDEL in FISCHRs Pflanzenbau und Kohlensäure, p. 49 - 50.

Limonitbildende Algen der Neide-Flachmoore.

Von Fr. STEINECKE (Königsberg Pr.).

Als Gegenstück zu seinen Untersuchungen der Algenvegetation Ostpreussischer Hochmoore begann Verfasser im Sommer 1921 eine algologische Bearbeitung des in Masuren gelegenen grossen Neide-Flachmoors. Die Untersuchungen, die eine formationsbiologische Gliederung des Geländes nach dem Mikrophytenbestand erstrebten, konnten nicht abgeschlossen werden, doch zeigten sie u.a. eine gewisse Bedeutung der Algen bei der Bildung des Raseneisenerzes.

Das Neide-Flachmoor bei Neidenburg an der Südgrenze Ostpreussens ist geo-morphologisch ein Flusstalmoor und erstreckt sich etwa 40 km lang und 1 bis 2 km breit zu beiden Seiten der Neide und ihrer Nebenbäche. Unter dem schwarzen Flachmoortorf liegt Sand, der Torf selbst ist mit stellenweise starken Lagern von Raseneisenerz = Limonit (Leimon griech. = Sumpfwiese) durchsetzt, das bis zu den 70-er Jahren des vorigen Jahrhunderts im benachbarten Kreise Johannisburg aus ähnlichen Moorgebieten hüttentechnisch verarbeitet wurde.

Untersucht wurden in erster Linie die Teile des Moors, die sich südwestlich vom Stadtwalde Neidenburg hin erstreckten. Aus diesen Flachmoorwiesen nimmt das Sallusker Fliess, ein Nebenbach der Neide, seinen Ursprung. Durch Gräben und in den letzten Jahren intensiv betriebenes Forfstechen ist das Gebiet trockener geworden; die Mehrzahl der Algen vegetiert demgemäss in den Torfstichen und Gräben.

CHARAKTERISTIK DER ALGENFLORA IN DEN STICHEN UND GRÄBEN.

In dem braunen Wasser der f r i s c h g e s t o c h e n e n S t i c h e fehlen naturgemäss höhere Pflanzen; auch die Algenvegetation ist noch dürftig. Regelmässig findet sich *Trachelomonas volvocina* neben *Cryptomonas ovata*, ab und zu eine Wasserblüte von *Chlamydomonas pluvialis*. Dazwischen wenig Diatomeen (*Nitschia palea*, *Gomphonema parvulum* u.a.) und *Mesotaenium chlamydosporum*.

In z w e i- b i s d r e i j ä h r i g e n T o r f s t i c h e n haben sich bereits höhere Pflanzen angesiedelt, und zwar findet sich meist in einem Stich eine Art dominierend. Es gewährt einen eigenartigen Anblick, den einen Stich erfüllt zu sehen von *Elodea canadensis*, einen zweiten daneben von *Utricularia vulgaris*, einen dritten nur von *Ceratophyllum*, einen vierten von *Hypnum fluitans*, einen fünften voll von *Chara*. Schnelle und reichliche Vermehrung in dem nährstoffreichen Substrat lassen den ersten Ansiedler den ganzen Stich für sich inanspruch nehmen. Ähnlich schnell besiedeln Fadenalgen einen Torfstich, der dann Watten von *Spirogyra*, *Mougeotia* oder *Cladophora* fast in Reinkultur beherbergt. Die mikroskopische Algenflora ist reichhaltiger: *Cryptomonas*, *Euglena*-

und *Trachelomonas*-Arten überwiegen neben *Oscillaria limosa*, *Closterium*-, *Cosmarium*-Arten, Diatomeen und Chlamydomonaden.

In älteren Torfstichen tritt eine Vermischung der einzelnen höheren Wassergewächse ein, Sumpf- und Verlandungspflanzen (*Glyceria aquatica*, *Carex Pseudocyperus*, *C. panniculata*, *Lythrum*, *Epilobium*, *Typha* u.s.w.) kommen hinzu. Die Algenflora ist ungefähr die gleiche wie in den jüngeren Stichen, jedoch artenreicher. Schizophyceen (*Nostoc*, *Tolypothrix*, *Oscillaria*) und in den Watten der Grünalgen zahlreiche Diatomeen dominieren. Dazwischen reichlich Infusorien und Rotatorien. Wo ein Hypnetum die Verlandung bedingt, finden sich als Begleiter die Diatomeen *Pinnularia viridis*, *Nitzschia vermicularis* und *Rhopalodia gibba*.

In langsam fliessenden Torfgräben wachsen *Cladophora* und *Conferva*, in ihrem Fädengewirr eine ungemein reichhaltige Diatomeen-Vegetation (besonders zahlreich *Fragilaria virescens*, *Melosira varians*, *Synedra amphirhynchus*, *S. Vaucheriae*, *S. acus*, *Cocconeis placentula*, *Cymbella ventricosa*).

Stagnierende Torfgräben zeigen häufig einen Belag mit dicken, schleimigen Eisenockermassen, bedingt durch *Leptothrix ochracea*. Dazwischen neben reicher Infusorienfauna wenige Diatomeen (*Synedra*, *Stauroneis*, *Navicula*, *Gomphonema*, *Nitzschia* und *Eunotia*). Auf den Eisenockermassen oft blaugrüne Überzüge von *Oscillaria princeps* oder dunkelgrüne von *Vaucheria terrestris*. Zwischen *Oscillaria* nur Diatomeen, zwischen *Vaucheria* auch einige Desmidien aus den Gattungen *Closterium* und *Cosmarium*. In denselben Gräben ferner Watten von *Conferva martialis*, *Microspora abbreviata* und *Spirogyra crassa*. Im Plankton des Wassers Euglenen und Trachelomonaden neben farblosen Monaden und Bakterien.

Ausser *Cryptomonas ovata* ist in dem ganzen Flachmoorgebiet keine einzige Alge zu finden, die in den Ostpreussischen Hochmooren vorkommt.

DIE ABSCHEIDUNG DES EISENS.

Der erwähnte rostgelbe, schleimig-gallertige Eisenockerschlamm besteht aus den rötlichgelb gefärbten Gallertscheiden des Bakteriums *Leptothrix ochracea Kg.* Auch eine Anzahl Algen und grüne Flagellaten zeigen an ihren Zellmembranen die charakteristische rostgelbe Eisenfärbung. Da ferner die Bildung des Eisenoxydhydrates durch Oxydation mit Hilfe des Luft-Sauerstoffes vorkommt, lassen sich folgende 3 Arten der Oxydhydratbildung aus dem gelösten Eisen des Flachmoorwassers unterscheiden:

1. Oxydation durch den Sauerstof der Luft. Das Wasser der frisch gestochenen Torfstiche überzieht sich an eisenreichen Stellen nach kurzer Zeit mit einem irisierdenden Häutchen von Eisenoxydhydrat. Dasselbe Häutchen kann an quelligen Stellen des Moores beobachtet werden, wenn der Tritt des Fusses das Hypnetum eindrückt und das hervorquellende Wasser mit der Luft in Berührung kommt.

2. Oxydation durch Bakterien. - *Leptothrix ochracea*, das typische Eisenbakterium, erzeugt allein jene wolkigen, breiartigen Eisenockermassen. Deshalb wird die Bildung des Rasen-Eisensteines von einigen Autoren fast ausschliesslich auf dieses Bakterium zurückgeführt.

3. Oxydation durch Algen. - Bekannt sind Eisenablagerungen in den Gallertscheiden einiger Schizophyceen, ferner in den Panzern zahlreicher Trachelomonaden sowie an der Membran mancher Closterien. Die Abscheidung des Oxydhydrates aus dem eisenhaltigen Wasser wird bei den Algen bedingt durch den Assimilations-Sauerstoff, der eine Oxydation des Eisens herbeiführt und das Produkt an der Zellmembran, der Austrittstelle des Sauerstoffes, sich niederschlagen lässt.

Folgende Algengruppen aus dem Neidemoor zeihen mehr oder weniger starke Eisenein lagerung:

a. <u>Flagellaten</u>. - *Anthophysa vegetans* hat je nach dem Alter gelb bis braunrot gefärbte Scheiden. *Cryptomonas ovata* in den stagnierenden Torfgräben gelbbrau-

ne Membranen. Desgleichen *Euglena viridis*; die Metabolie erscheint dann bei dieser Art sichtbar gehemmt. *Euglena spirogyra* ist in alten Exemplaren dunkel rotbraun durch in die Zellwand eingelagertes Eisen. *Trachelomonas volvocina, oblonga, hispida* und *armata* führen gleichfalls in den Zellwänden reichlich Eisen, sodass die grünen Chromatophoren durch das Dunkelrotbraun des Panzers oft kaum zu erkennen sind.

b. Schizophyceen. - Die in Rasen oder Kolonien auftretenden Blaualgen *Lyngbya ochracea, Scytonema tolypothrichoides* und *Tolypothrix lanata* zeigen starke Einlagerung von Eisen und Braunfärbung der älteren Membranen.

c. Conjugaten. - Gewisse Flachmoor-Closterien (die Arten des eisenfreien Hochmoors nie!) besitzen als alte Exemplare stets eine rostrote Farbe der meist gestreiften Membranen. Beobachtet wurden derart gefärbt *Closterium Malinvernianum, Cl. Lunula* (var. *coloratum*, eine überflüssigerweise benannte, durch Eiseneinlagerung bedingte Form), *Cl. striolatum, Cl. costatum, Cl. Pritchardianum*. Ferner zeigen schwächere Rostfarbe *Cosmarium Botrytis, Staurastrum Reinschii* und *Mesotaenium chlamydosporum*. Desgleichen *Zygnema stellinum*.

d. Confervoideen. - Starke rostrote Färbung der Zellmembranen besitzt *Conferva martialis*, in schwächerem Masse *Microspora abbreviata*, beide untergetauchte Flocken in stagnierenden Torfgräben bildend.

Eine An- bzw. Einlagerung von Eisen wurde nicht bemerkt bei *Spirogyra, Vaucheria* und *Oscillaria*, obgleich *Sp. crassa, V. terrestris* und *O. princeps* mehrmals dicht neben den Eisenockermassen der *Leptothrix* gefunden wurden. Ferner waren sämtliche beobachtete Diatomeen rostfrei.

Worauf dies ungleiche Verhalten bei der Eisen-Abscheidung zurückzuführen ist, bedarf der weiteren Untersuchung. Die Beobachtungen zeigen aber, dass den Algen eine wenn auch nebensächliche Bedeutung bei der Oxydation des gelösten Eisens zukommt. Die Oxydation geschieht durch den Assimilations-Sauerstoff unter gleichzeitigem Niederschlag des Oxydhydrates an den Zellmembranen. Durch Überlagerung mit Torfmassen gehen dann im Laufe der Zeit die Oxydhydratmengen in eigentliches Raseneisenerz über.

Ophrys fuciflora x muscifera.

Von JOS. RUPPERT (Saarbrücken).

Ophrys fuciflora x *muscifera* = *Ophrys devenensis Reichb. fil.* Icon. XIII (1851) p. 87; GREMLI, Fl. d, Schweiz, ed. VETTER, p. 84; CAMUS et LEGRAND in Bull. soc. bot. Fr. (1903) p. 113; DE KERSERS in Bull. soc. bot. Fr. 1905; KOCH, Syn. ed. HALL. et WOHLF. p. 2437; MAX SCHULZE, Orch. p, 27 (4); Österr. bot. Z. XLIX (1899) p. 267. - *O. muscifera* x *fuciflora Gremli* l. c. ; ASCHERSON et GRAEBNER, Syn. III, p. 636. - *O. muscifera* x *Arachnites Cam. et Legr.* l. c. - *O. fuciflora* x *myodes Rchb. fil.* l. c. - *O. apiculata Rchb. fil.* ? Icon. XIII, tab. CCCCLIV, f. 1 - 4, non I. C. SCHMIDT. - *O. myodes* x *Arachnites* ? *Richter*, Pl. Eur. I (1890) p. 265.

In der Nomenklatur bedarf es zunächst einer Erläuterung. REICHENBACH bildet in seiner Iconographie auf Tafel 102 unter I zwei verschiedene Bastarde ab. Aus dem Text ergibt sich aber, dass die Fig. 1, 2, 3 und 4 zur *Ophrys devenensis*, die Fig. 5, 6, 7, 8 und 9 jedoch zur *Ophrys apiculata I.C.Schmidt* = *O. aranifera* x *muscifera forma* gehören; letztgenannte stammen von Holderbank bei Aarau, erstere von Les Devens bei Bex (vide REICHENBACH, Orchid. d, deutsch. Flora 1851, p. 103 u. 112). Wir haben es hier nur mit der devenenser Pflanze zutun, die in der Folge dann zuweilen fälschlich (CAMUS) *O. apiculata Rchb.* hiess. Dieser etwas zugespitzte Name gehört aber am besten in die Versenkung, zumal eine weitere *Ophrys apiculata*, nämlich RICHARD in Ann. Mus. IV, p. 55 (die REICHENBACH bei der *O. fuciflora* unterbringt) die Confusion erhöhen könnte.

Den ersten Fund des Bastardes machte nun offenbar REICNENBACH fil. Er fand 7

Exemplare bei Les Devens im Waadtlande am 26. Mai 1843. Die Pflanze wurde dann von Dr. FELLENBERG (Herb. DUTOIT-HALLER) wahrscheinlich an gleicher Stelle wiedergefunden, wenigstens ist les Devens bei Bex l.c. angegeben.(Nachtr. v. M. SCHULZE in Österr. bot. Ztschr. 1899, p. 9). - Im Jahre 1914 gelang es mir endlich, die Fundstelle wieder aufzutun; ich fand 2 Exemplare unter den Eltern, *Orchis ustulatus*, *O. militaris* und *Aceras anthropophora* [1].

Ein weiterer schweizer Fundbezirk findet sich bei Aarau. Dr. KELLER in Aarau teilte mir brieflich die Fundstellen mit: 1. Auenstein bei Wildegg, linkes Aarufer, Ende der 1870er und Anfang der 1880er Jahre, mehrere Jahre hintereinander; leg. Pfarrer STRAEHL, vide herb. Aarg. Museum, herb. Dr. MÜHLBERG; ferner MÜHLBERG, Standorte der Gefässpflanzen des Aargaus p. 215, zu nr. 162.

2. Windischen Schachen bei Brugg, am 5. VI. 1906 leg. MEYER-DARCIS. Icon.: Dr. KELLERs Aquarelle. -

An französischen Funden erwähnt CAMUS die von: Cher, La Chapelle saint Ursin; Meuse, Saint Mihiel.

Für Deutschland wurde der Bastard zuerst entdeckt bei Pfullingen in Württemberg (u. zwar in der sog. Wanne, MAX SCHULZE mündlich) von VÖCHTING und WINKLER (cf. SCHULZE, Nachtr. IV (1902) p. 57). Es wurde nur 1 Exemplar gefunden, das 6-blütig war; M. SCHULZE erhielt die beiden obersten Blüten in Alkohol[2]. Die unteren Blüten befinden sich unter Alkohol im bot. Institut Tübingen. - Die Priorität der Entdeckung scheint übrigens dem Dr. ELWERT in Reutlingen zuzukommen; AD. MAYER schreibt nämlich in: Abnormitäten, Varietäten u. Bastarde unserer Ophrydeen (Jahresber. d. Ver. f. Naturk. i. Württemb. LXXII (1916)) unter *Ophrys arachnites xmyodes* : "Zu bemerken ist, dass dieser seltene Bastard schon 5 Jahre vorher von Dr. ELWERT-Reutlingen gefunden und von ihm seither beobachtet wurde. Wie sich dasselbe Exemplar verändert hat, gibt Fig. 6 (leg. Juni 1915) l.c. wieder". MAYER glaubt, dass die VÖCHTINGsche und die ELWERTsche Pflanze aus derselben Knolle stammen, dass sich aber in wenig Jahren eine merkliche Differenzierung in den morphologischen Verhältnissen der Blüte herausgebildet habe. Dem kann ich nicht beipflichten. Ich habe jahrelang Orchideenbastarde, die ich in den Saarbrücker Muschelkalk verpflanzt hatte, genau kontrolliert; *Orchis spurius Rchb.* (= *militaris* x *Aceras anthropophora*) hat sich innerhalb 6 Jahren durchaus nicht verändert, ebenso wenig wie *Ophrys aranifera* x *Scolopax* in den 5 Jahren ihres hiesigen Bestehens. Man muss vielmehr annehmen, dass den Findern 2 selbständige Pflanzen vorlagen. Dies wurde denn auch in der Folge bestätigt, indem Dr. ELWERT mir briefl. mitteilte, dass er den Bastard nicht in der Wanne sondern am Gielsberg gefunden habe.

Nach diesen ersten Funden waren die Augen der Deutschen Floristen offenbar auf diesen seltenen Orchideenbastard eingestellt. Jedenfalls mehrten sich die Entdeckungen in ganz erfreulicher Weise. Da wo der Lech mit seinen grauen Kalkgewässern die bayrische Hochebene durcheilt, bei Augsburg, scheinen für Ophrydeen äusserst günstige ökologische Verhältnisse zu herrschen. Hier war es der Scharfblick GERSTLAUERs (jetzt Staasanwalt in Deggendorf), dem die Pflanze nicht enging (Mitt. Bayr. bot. Ges. III (1915) p. 242 m. Abbild.); auch noch in neuerer Zeit hat GERSTLAUER den Bastard bei Aumühle in der Augsburger Gegend gefunden (vergl. 42. Ber. d. Naturw. Ver. f. Schwaben u. Neuburg 1919, p. 254). - Auch in Baden wurde dieser Bastard durch die Gebrüder ZIMMERMANN nachgewiesen. G. ZIMMERMANN fand ihn

---

1) Um eifrigen Orchideenfreunden Enttäuscheungen in der so teuren Schweit zu ersparen, gebe ich ausnahmsweise den Standort genauer an: Er liegt im Bann von Fenalet, aber kaum 30 m über der Strasse, die von La Forêt nach Devens führt und ist zugänglich auf dem untersten Fusspfad, der rechts von dem Steig Devens-Fenalet durch die Hänge führt; in nächster Nähe ein Mast der elektr. Leitung und Dorfhäuser. - 2) Ich sehe noch jetzt im Geiste das kleine Glas mit den durch den Weingeist mazerierten, natürlich gänzlich farblosen Blüten auf dem Arbeitstisch des jenenser Orchideologen stehen. Er war nicht wenig stolz auf diesen Besitz, gestattete mir aber, liebenswürdig wie stets, eine Zeichnung des so seltenen Objekts zu entwerfen.

nämlich am Schienberg bei Freiburg und W. ZIMMERMANN beschrieb ihn dann in: Neue Beobac tungen üb. d. Orchid. Badens, in Mitt. Bad. Landesver. f. Naturk. 1911, p. 49. - Auch aus Wien erhalte ich die Meldung, dass *Ophrys fuciflora* x *muscifera* in den letzten Jahren in der Umgebung von Wien aufgefunden wurde (leg. FLEISCHMANN). Auch hier waren einige Formen des Bastardes abzugrenzen, die sich wohl unschwer der unten gegebenen Formentabelle einreihen lassen.

Waren es bislang nur immer einige wenige Exemplare, die in Erscheinung traten, so verblüffte umso mehr der im Jahre 1916 von W. FREIBERG bei Zweibrücken aufgetane Fundplatz durch Quantität und Formverschiedenheit seiner Bewohner. Hier die Frequenzziste des alljährlich kontrollierten Ortes: 1915: 28; 1916: 14; 1917: 0; 1918: 20; 1919: 3; 1920: 7; 1921: 0 Exemplare.

Das numerische Zurückgehen in einigen Jahren bedeutet glücklicherweise noch kein Erlöschen; daran tragen Schuld Dürre oder auch Spätfröste, Eintreiben von Vieh in den Bestand und am meisten wohl die brutal-sinnlose Tätigkeit der "wilden" Botaniker, die möglichst dicke Sträusse binden, wahllos aus Ubiquisten und Königskindern. Interessant ist, dass am pfälzer Standort das eine parens, die *O. fuciflora*, fehlt.

Bevor wir den Diagnosen näher treten, muss vorausgeschickt werden, dass diese Mischlinge eine Mannigfaltigkeit der Blüten in Form und Färbung aufweisen, die geradezu erstaunlich ist; die den Laien verwirren kann, den Kenner aber entzückt. Es ist nicht gerade ausgeschlossen, aber doch ziemlich selten, 2 - 3 einander völlig gleiche Vertreter herauszufinden. Diese reiche Differenzierung wird indessen verständlich, wenn wir uns die 4 Typen unserer mitteleuropäischen *Ophrys*-Arten vor Augen halten. Zwischen der schlanken, schmalen, verhältnismässig kleinen Lippe der *Ophrys muscifera*, der Fliege, und der ungleich grösseren, breiteren, flacheren der *O. fuciflora*, der Hummel, liegen weit mehr Zwischenstationen als bei den anderen. Es ist ein langer Weg von dem nahezu fehlenden, stumpfen Connektiv auf zur Lippe sehr stumpfwinkelig stehender Griffelsäule der *O. muscifera* bis zum spitzen Vogelschnabel der *O. fuciflora* vorgestreckt von einer Säule, die rechtwinkelig zur Lippe steht. Und von den grünen, Kelchblattartigen äusseren Perigonblättern der *O. muscifera* bis zu den fast 3mal so grossen, weissen oder rosenroten Hüllblättern der *O. fuciflora* muss es viele Übergänge geben. Nach dem Vorgesagten ist es leicht erklärlich, dass es eine ganze Menge von Diagnosen hier geben muss; bezüglich der Hauptkriterien lehnen sie sich aneinander an, unterschiedlich sind sie indessen durch ± irrelevante Auswirkungen entfernteren Grades. Um nicht zu ermüden, und das Bild möglichst klar zu halten, greife ich aus der Fülle der Diagnosen nur solche heraus, die mit wenigen. aber scharf umrissenen Zügen eine getreue Phytographie unseres Bastardes darstellen.

MAX SCHULZEs Diagnose ist eine etwas gedrängtere Wiederholung derjenigen REICHENBACHs und lautet (cf. Orchidaceen 27, 4): Tracht der *O. muscifera*. Ähre wenigblütig. Äussere Perigonblätter länglich, nach der Spitze hin verschmälert; seitliche innere Perigonblätter zungenförmig, schmal lineal, kürzer als die äusseren, besoners nach vorn hin samtig; alle gelbgrün. Lippe länglich viereckig, mitunter sehr ugleichseitig, bis auf die Zeichnung dunkelbraun, fast schwärzlich, ungeteilt oder ± deutlich dreilappig, an der Spitze 2lappig, ohne oder mit samtigbehaartem Spitzchen zwischen den beiden Lappen, an ihrer Basis zuweilen mit 2 Höckerchen versehen, mit der samtigen Bekleidung der *O. muscifera*; die Zeichnung befindet sich am Grunde der Lippe und besteht aus 2 kahlen, bläulichen Längslinien, welche an ihrem vorderen Ende durch eine ebensolche Querlinie verbunden sind. Narbenhöhle mit sehr angeschwollenen Rändern; Staubbeutel schmal, lang, schlank."

An dieser Diagnose vermisse ich Angaben über die so wichtige Stellung der Griffelsäule zur Lippenebene und über die Form des Schnäbelchens; sonst ist die Beschreibung kurz, klar und treffend, wenigstens was die nach *O. muscifera* neigende Bastardform angeht. Sie scheint auch CAMUS (Monogr. des Orchid., Paris 1908, p. 304) massgebend gewesen zu sein, der sie in gekürzter Form - und mit einem lapsus des Übersetzers wiedergibt. Er schreibt nämlich: "labelle ..., avec dessins d'un brun foncé ou noirâtre, muni ...". Die Zeichnungen der infrage stehenden *Ophrys*-Arten sind aber, beiläufig gesagt, erst milchweiss oder gelblich, dann bläulich

bis grünlichgelb und in der Folge ins Violette und Fahlbraune übergehend, nicht aber durchgehends dunkelbraun oder schwärzlich. Da liegt doch die Vermutung nahe, dass SCHULZEs "Lippe ... bis auf die Zeichnung dunkelbraun, fast schwärzlich" , falsch übersetzt wurde, denn auch ein etwa vergessenes Komma nach dessins würde keine voll befriedigende Lösung geben. Es wäre sicher zweckdienlicher gewesen, wenn CAMUS bei seiner Beschreibung französische Exemplare zum Muster genommen hätte.

Der Vollständigkeit halber sei auch die Beschreibung des Pfullinger Exempalrs (leg. VÖCHTING u. WINKLER) hierher gesetzt (nach M. SCHULZE in Nachtrag IV, p. 57). Dieselbe nimmt nun auch auf die Säulenrichtung Rücksicht und lautet:"Blüten so gross wie bei *O. fuciflora* . Äussere Perigonblättchen länglich, nach vorn verschmälert, stumpf, etwas concav, grünlich; seitliche innere aus verbreitertem Grunde linealisch, etwa 1/3 so lang wie die äusseren, bräunlich grün, samtig behaart. Lippe fast 4eckig, etwas länger als breit (13 mm lang, 12 mm breit), 3lappig, in der Mitte etwas konvex, nach dem Grunde hin auf den Seitenlappen mit 2 Höckern, kurz samtig wie bei *O. muscifera*, nur auf den Seitenlappen nach den Rändern hin etwas länger behaart, dunkelbraun gefärbt, mit einer dem Buchstaben X ähnlichen, in der Mitte mit samtigem Fleck versehenen, kahlen, blaugrauen Zeichnung, zu deren beiden Seiten am Grunde der Seitenlappen sich noch 2 kahle, ebenso gefärbte, in ihrer Mitte nach aussen gebogene Linien befinden; die Seitenlappen breit, fast rhombisch, an der Spitze stumpf; der Mittellappen ± tief ausgerandet, am Rande schwach gezähnelt, mit kleinen, 3eckigen, ungezähnten, samtig behaarten, etwas nach vorn gebogenen, grünen Anhängsel in der Ausbuchtung. Säule nur wenig kürzer als die seitlichen innern Perigonblätter, sehr stumpfwinkelig zur Lippe gestellt mit sehr kurz bespitztem Konnectiv".

Nach vorstehender Beschreibung zu urteilen, stehen diese Pfullinger "Wannen"-Exemplare so ziemlich in der Mitte inter parentes. Da der Bastard dort in neuerer Zeit nicht mehr gefunden wurde, ist es von Wichtigkeit, auch die Diagnose der Exemplare des zweiten, noch ergiebigen Pfullinger Standortes, nämlich des vom Gielsberg, folgen zu lassen. Sie lautet in etwas gekürzter Form nach brieflicher Mitteilung des Finders Dr. ELWERT:

"Das Exemplar ist 19 cm lang, 3blütig. Richtung der Griffelsäule zur Lippe ca 100°; ganz kleines Schnäbelchen, stumpf, etwa 2 mm lang, von der Säule in ca. 110° nach oben steigend. Äussere Perigonblätter grün, mit rötlichem Anflug an der unteren Hälfte, eiförmig, stumpf. Lippe schwach 3lappig, Seitenlappen kurz, Mittellappen lang u. breit, braunpurpurn; innere Perigonblätter grünlich, pfriemlich, 4 mm lang. Länge der äusseren Perigonblätter nahezu 1 cm, Länge der Lippe etwas über 1 cm, des gewölbten Mittellappens derselben 0,75 cm. Kleines, braunes, etwas nach oben gekehrtes Anhängsel".

Das mit 2 mm sich präsentierende Connectiv kann keinesfalls "ganz klein" genannt werden; es rechtfertigt vielmehr im Verein mit den rötlich angelaufenen äussern Perigonblättern, deren eiförmiger Gestalt sowie dem vorhandenen Anhängsel meine Ansicht, dass die Gielsberg-Bastarde mindestens der *O. fuciflora* so nahe kommen wie diejenigen der Wanne.

Die von GERSTLAUER im Jahre 1914 gefundene Augsburger Pflanze stellt ein weiteres Glied der Verbindungskette beider Eltern in Richtung *O. fuciflora* dar; sie ist eine ausgesprochene *perfuciflora*. Ihre Diagnose teilte mir A. FUCHS brieflich folgendermassen mit: "In der Tracht der *O. fuciflora* ähnlich; Stengel schlank, ziemlich dünn, mit 4 Laubblättern. Äussere Perigonblätter länglich, nach der Spitze hin verschmälert. Seitliche innere Perigonblätter lanzettlich, braun, sehr schmal, länger als das Säulchen. Lippe breiteiförmig, schwarzsamtig, mit einem kahlen, grünen, schmalen, aufwärtsgebogenen etwas zugespitzten Anhängsel; in der Mitte mit einem breiten, weisslichen Fleck, der nach der Lippenspitze zu 3 parallele Striche entsendet, von denen der eine erheblich länger ist als der andere. Während die Lippe der *O. fuciflora* eine viereckige Gestalt hat, ist hier die Lippe immer mehr dreieckiger Form genähert. Die äusseren Perigonblätter sind etwas schmäler und kürzer als die der *O. fuciflora*, sonst wie diese".

"Sonst wie diese", also aus weissem bis rötlichem Blütenparenchym mit 3 deut-

lichen grünen Hauptadern. Da ein so geübter Orchideenkenner wie A. FUCHS über eine Inzision der Lippe nichts verlauten lässt darf ich wohl annehmen, dass eine solche in erheblichem Masse nicht vorhanden war. An der mir vorliegenden ausgezeichneten Photographie finde ich eine Bestätigung des Vorhandenseins der beiden soeben erwähnten wichtigen Kriterien, soweit es bei einer Type möglich ist: die äusseren Perigonblätter sind tatsächlich an Konsistenz, Färbung und Aderung nahezu *fuciflora*-gleich und der Lippenrand kann höchstens gekerbt genannt werden. Das kleine Anhängsel indessen scheint mir weniger nach oben als wie nach vorne vorgestreckt zu sein. Eine solche *fuciflora*-Ähnlichkeit ist überraschend; unter den etwa 70 Exemplaren, die ich von diesem Bastard untersuchte (in vivo) fand ich nichts dergleichen.

Obschon nun die vorstehenden Diagnosen die 3 Hauptphasen des Bastardes zur Genüge gezeichnet haben, halte ich es - bei der Seltenheit des Objektes - doch für wichtig, Selbsterschautes den scharfen Umrissen des Bildes zuzufügen - Miniaturarbeit, die indass Manchen erfreuen dürfte. Die beiden Exemplare, die ich 1914 bei Bex fand, sind wie auch die, denen die REICHENBACH-SCHULZEsche Diagnose entlehnt ist, als *permuscifera* anzusprechen. Die Pflanzen waren 30 cm und 20 cm hoch, 4- bzw. 2-blütig. Äussere Perigonblätter länglicheiförmig, ihre Ränder zurückgerollt, das obere etwas zurückgekrümmt, die seitlichen wagrecht abstehend, alle 3 schmutzig grauolivgrün mit je 3 grünen Nerven, auf ihrer Innenseite purpurrosa überlaufen. Die 2 innern Perigonblätter lineallänglich, spitzlich, am Grunde scheinbar herzförmig (was daher kommt, dass ihr Rand über dem Grund rückwärts umgerollt ist); ihre Vorderseite durchaus kurzsamtig behaart, die Rückseite kahl; ihr Kolorit bräunlicholiv mit schwach purpurner Färbung des Randes; ihre Richtung seitlich aufrechtabstehend; der Säule fast gleichlang. Lippe 3/4 so gross wie bei *O. fuciflora*, braunsamtig; das Braun unter der Narbenhöhle und um die Mittelzeichnung, ebenso an den Seitenflächen der Lippe am intensivsten (fast schwarz). Zeichnung: Ein fahlschiefergraues, unregelmässiges, oben und unten ± ausstrahlendes Viereck, dessen Mitte bisweilen rötlichbraun erscheint. Ausser der Mittelzeichnung noch 1 bis 2 gelblich schmutziggrüne, kahle Flecken an der Einfügung der Seitenlappen. Die braunschwarzen Samthaare sind länger über dem Anhängsel und um die Buckel der Lippen-Seitenlappen. Lippe meist ein wenig länger als breit, tief 3-spaltig, die Seitenlappen rhombisch 3eckig, an ihrer Spitze aber stumpf, zurückgekrümmt, oben ± gebuckelt und auf dem Scheitel der Buckel kahl. Der Mittellappen der Lippe stark konvex gewölbt, an seinem Ende ausgebuchtet und hier ein rechtwinkelig vorgestrecktes Anhängsel in Gestalt eines olivbräunlichen, kurzen spitzen Zähnchens tragend. Griffelsäule stumpfwinkelig zur Lippenebene stehend, olivgelb mit purpurrosa Rückenüberhauchung, von vorne gesehen grün. Pollinienhüllen gelb, Klebsäcke blassgelb, Pollinien selbst dunkelgelb. Griffelsäule oben stumpf und ohne Schnäbelchen (beim anderen Exemplar ein kleines Spitzchen).

Die Zweibrücker Pflanzen bieten kraft ihrer unerhört grossen Anzahl von fast 70 Stück, ein wahres Schmuckkästlein diverser Formen und Förmchen. Es ist eine lückenlose Reihe von intermediären Gestalten, die uns da, weniger buntscheckig als vielformig, von dem einen parens zum andern führt. Der interessante Weg geht von der *Ophrys muscifera* über die *permuscifera*, die *intermedia* und die *subperfuciflora* in wohl 10 Staffeln und mehr bis hart an die *Ophrys fuciflora* heran. Das letzte Glied der Kette, die weiter oben erwähnte Pflanze von Augsburg, der die Formel *Ophrys perperfuciflora x muscifera* zukommt, fehlt allerdings leider, wenigstens bis jetzt. Sie würde unstreitig etwas mehr Farbenfreudigkeit in das Kolorit unserer zweibrücker Gesellschaft hineingebracht haben, denn das muss gesagt werden: Unbeschadet ihrer Seltenheit tragen sie alle ein, von der *Ophrys* sonst nicht beliebtes, in ernsten, dunkleren Tönen gehaltenes, nicht sehr auffallendes Äusseres. Bei oberflächlicher Betrachtung einer Gruppe aus einiger Entfernung fällt dem Beobachter lediglich das etwas einförmig scheinende Braun der Lippe neben dem ± schmutzigen Grün der Hülle auf; das Hellgrün der *muscifera*-Perigonblätter und das Rosa (oder Weiss) derjenigen von *fuciflora* fallen fort, und die Färbung der Bastardblüte ist durchaus beeinflusst von der Mischfarbe aus Rot und grün, nämlich einem etwas schmutzig anmutenden Oliv, einer Farbmischung, der wir

bei Orchideenbastarden des öfteren begegnen. Gemeinsam allen zweibrücker Repräsentanten ist die stumpfliche Griffelsäule der *muscifera* mit dem kurzen, aufgesetzten Spitzchen der *fuciflora*; ferner ein kleines, oft kaum sichtbares, etwas nach vorn gestrecktes, rötliches oder schmutziggelbes Anhängsel, die länglich zungenförmigen, ungerollten, am Grunde etaws verbreiterten, auf ihrer vorderen Fläche papillösen innern Perigonblätter, die ganz eigentümlich und charakteristisch gekrümmt nach der Seite abstanden. Die äusseren Perigonblätter waren bei allen eiförmiglänglich, nach der Spitze schmäler, am Rand umgebogen, dunkelgrün mit ± rötlichem Innenanflug. Die Grösse der Blüten war indessen sehr wechselnd. Bei 5 Exemplaren war sie nahezu so gross wie bei *O. fuciflora*, bei den meisten die Mitte haltend, bei einigen nicht ganz so lang aber wenig breiter als bei *O. muscifera*. Die Lippen waren bei 2 Pflanzen stark 3lappig, bei andern minder tief 3lappig, bei den meisten nur wenig eingeschnitten und bei zweien ganzrandig. Zuweilen fanden sich Höcker am Grunde der Lippe, oft aber ebendort nur eine kahle oder fast kahle Stelle. Fast an jedem Exemplar ist die Zeichnung anders: zusammengeflossenes X, verrenktes Quadrat oder Rechteck, mit oder ohne abgetrennte seitliche Flecken. Bei 3 Pflanzen undeutlich netzadrige Makelung mit verlängerten Linien, die bis zum Anhängsel gehen. Die Färbung der Zeichnung ist gelblichgrün ohne sonstige Zentralschattierung, aber auch oft fast weiss (bes. beim Aufblühen) und schieferblau und dann mit noch dunkler getöntem Mittelfleck. Die *permuscifera*-Exemplare verraten sich in der Regel schon von weitem durch ihren kerzengeraden, kräftigen Blütenschaft, dem die entfernt stehenden Blüten ziemlich dicht anliegen. Ich fand Längen von 45 und 51 cm, in jedem Falle 12 Blüten.

Einen unserer Bastarde als solchen zu erkennen ist nicht allzu schwer; eine solche Pflanze aber nach festgelegten Kriterien auf die ihr gebührende Stufe zu stellen, ihr einen systematisch richtigen Platz unter ihrer Verwandtschaft zu geben, ist schon misslicher. Da die Bewertung der einzelnen Unterscheidungsmerkmale dem subjektiven Empfinden des Beobachters unterliegt, werden die Grenzen der einzelnen Formen stets strittig und verwischt bleiben; eine gewisse Willkür wird sich nicht vermeiden lassen. Es kommt oft genug vor, dass ein Bastard sich durch eine ganze Reihe von Merkmalen vortrefflich dem Bilde des einen parens nähert um uns dann plötzlich ein wichtiges Kriterium der Gegenseite zu offenbaren wodurch uns in störender Weise das ganze Konzept verdorben wird. Zur systematischen Differenzierung dieser Mischlinge sind nun die innern Perigonblätter (wie anderweitig) hier nicht gut verwendbar, indem eine ziemlich häufige Varietät der *O. fuciflora*, nämlich die *var. linearis Moggr.* lineale, verlängerte innere Perigonblätter besitzt, die (in der Form wenigstens) denen des Bastardes sehr nahe kommen. Färbung und Konsistenz der äusseren Perigonblätter, Griffelsäulenstellung und Lippenfigur geben jedoch ziemlich sichere Verwandtschaftsgradmesser ab, und ich habe nicht gezögert, mich ihrer nachstehend zu bedienen.

Äusseres Perigonblatt rötlichweiss bis rosa, von petaloides Konsistenz, aber kleiner als bei *fuciflora*. Lippe ± ungeteilt, so lang wie breit, mit sehr deutlichem, grüngelbem, vorgestrecktem Anhängsel, wenig gewölbt, mit grosser, mehr rechteckiger querer, nach oben und unten ausstrahlender Zeichnung, in der Grösse der *fuciflora*-Lippe meist gleich. Griffelsäule unter einem Winkel von 90 - 100° zur Lippenebene stehend, mit in gleicher Richtung vorgestrecktem, bis 2 mm langem, spitzlichem Connectiv: *fa. perfuciflora m.*

Äusseres Perigonblatt olivgrün, auf der Vorderseite rötlich überlaufen. Lippe "ungeteilt" mit zwar deutlichem, aber rötlichbraunem Anhängsel, mässig gewölbt, im Umriss kreisförmig, ohne deutlichere Höcker, etwas kleiner als bei *fuciflora*. Sonst wie vorige Form: *fa. integra m.*

Äusseres Perigonblatt dunkelgrün mit rötlichem Anflug auf der Vorderseite, 2/3 so gross wie bei *fuciflora*. Lippe etwas länger als breit, 3lappig, in der Mitte konvex; die Seitenlappen ± abstehend, auf ihrem Scheitel mit Höcker. Lippe 3/4 so gross wie bei *fuciflora*, mit kleinem braunem oder olivgrünem Anhängsel in der Ausbuchtung des Mittellappens. Griffelsäule mit sehr kurzem Konnektiv, zur Lippenebene im Winkel von ca 100° stehend: *fa. intermedia m.*

Äussere Perigonblätter grün, ohne jeden rötlichen Anflug, halb so gross wie bei *fuciflora*. Lippe länglich viereckig, tief 3lappig; die Seitenlappen für sich gewölbt, deutlich vom Mittellappen armartig abgesetzt und etwas zurückgekrümmt, auf ihrer Schulter mit kahlem Fleck. Der Lippen-Mittellappen halbkreisförmig gewölbt, etwas verlängert, nach vorn verbreitert und weniger gewölbt, am Ende ausgebuchtet ohne oder mit winzigem, samtigbehaartem Spitzchen im Buchtwinkel. Schwarzbraune dichte Samtbehaarung über die ganze Lippe bis hoch über das meist einfach gefärbte, undeutlich 4eckige bis X-förmige Makel gehend. Neigung der Griffelsäule zur Lippe sehr stumpfwinkelig, über 100° betragend. Connectivspitzchen verwischt: *fa. permuscifera m.*

Zum Schlusse verlohnt es sich, den Zweibrücker Fundort etwas genauer unter die Lupe zu nehmen, umso mehr, als aus den ökologischen und numerischen Verhältnissen der Pflanzen Schlüsse auf ihre Entstehung und Ständigkeit gezogen werden könnten. Die Fundstelle liegt seits eines Weges durch dichten, hohen Kiefernbestand, besitzt aber Südlage und genügende Insolation. Wie erwähnt, fehlt *Ophrys fuciflora* gänzlich und findet sich erst 500 m weiter an lichteren Südabhängen. Es ist nun kaum denkbar, dass ein *fuciflora*-Pollen tragendes Insekt den weiten Weg von 1/2 km durch dichten Kiefernhochwald ungefährdet und zielbewusst zurücklegt um ausgerechnet auf einer ganz schwachen Kolonie von *O. muscifera* zu landen; ebeno unglaublich, dass ein mitfühlender Botaniker besagten Pollen an seinen Zahnstocher geheftet zur *muscifera* trug, denn er hätte dies Versuchsobjekt ja dicht bei der pollenspendenden *fuciflora* sicherlich nicht übersehen. Es ist vielmehr weit wahrscheinlicher, dass vor Dezennien, als der Kiefernwald noch klein, dürftig und daher lichter war, auch in ihm die *O. fuciflora* gedieh. Der Kiefernwald wurde dann mählich höher und dichter, und unsere wärmeheischende *Ophrys* flüchtete an den Waldrand der Sonne entgegen um auch hier schliesslich unterzugehen, während die schattenhärtere *O. muscifera* Lebensbedingungen fand.

Und zu der Zeit, als wenige *fuciflora* mit überzähligen *muscifera* den Waldsaum zierten, dürfte der Bastard entstanden sein.

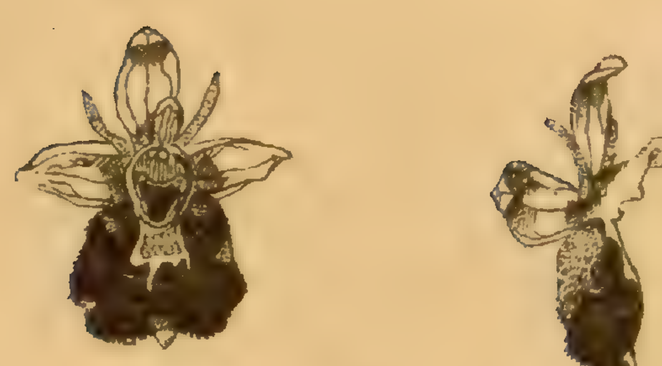
Und noch eines: wenn auf einem schmalen Wegrain von etwa 6 zu 1 m 28 gut entwickelte Kreuzungen (mit einigen prallen Ovarien) neben nur 5 *muscifera* stehen, so schliesse ich daraus, dass jene 28 nicht alle aus einem einzigen Fruchtknoten allein und direkt stammen, sondern dass auch reichlich Rückkreuzungen mit den Eltern und unter einander stattfanden, womit die Samenbeständigkeit dieses Bastards erwiesen wäre. *Ophrys fuciflora* und *muscifera* stehen doch wirklich oft genug nebeneinander und hätten gewiss reichlich Gelegenheit zum Austausch von Freundlichkeiten. Desungeachtet ist der Bastard von einer Seltenheit, die uns belehren dürfte, dass eine erfolgreiche Annäherung nicht so einfach ist. Als Ausgleich hierzu erachte ich die staunenswerte Lebenskraft - offenbar durch ganze Geschlechter hindurch - die in dem einmal glücklich erzeugten Mischling sich offenbart. Zwischen dem ersten Fund bei Bex beispielsweise, also dem Jahre 1843, und meinem Fundjahr ebendort (1914) sind 71 Jahre verflossen. Eine lediglich vegetative Vermehrung wäre während dieser langen Zeitspanne längst erloschen - wenn anders, müsste die Erde mit Orchideen überfüllt sein. Ich kann mir nach obigem die Sache nur so erklären, dass wahrscheinlich die Fremdbestäubung nur bei einem Ovarium Erfolg hatte, dass dann aber der resultierende Bastardsamen eine ausserordentlich starke latente Lebensenergie mitbekommen hatte, die es ihm nicht nur möglich machte, sich durch Generationen von Bastarden hindurch fertil zu erhalten, sondern ihn auch befähigte, dieser seiner Nachkommenschaft grosse vegetative Widerstandskraft gegen wirtschaftliche Unarten mitzugeben.

Beiläufig sei schliesslich erwähnt, dass annähernd die gleichen Verhältnisse bei dem vielleicht noch selteneren Bastard zwischen *Orchis militaris* und *Aceras anthropophora* (*Orchis spurius Rchb.*)obwalten. Auch diesen Mischling muss ich in Anbetracht seiner Seltenheit, seiner Lebensgeschichte und seines Verhaltens am Fundplatz für samenbeständig und lebensenergisch erklären. Er findet sich jedes Jahr bei Bex in einer Anzahl von 4 bis 5 Stück an höchst wahrscheinlich derselben Stelle, wo ihn vor nunmehr 79 Jahren THOMAS und REICHENBACH entdeckten. Derselbe

Bastard findet sich nun aber auch in Oberbaden alljährlich; hier wurde er bereits im Jahre 1829 von LANG entdeckt, feiert also in wenig Jahren sein Centenarjubiläum in "voller Frische und Rüstigkeit", letzteres, weil er sich in kraftvollem Habitus neben seinen Eltern präsentiert und überdies eine Reihe konstanter Formen erzeugt hat (cf. RUPPERT in Österr. bot. Ztschr. 1912, nr. 8, 9, 10). Dank der genauen Angabe LANGs haben wir seinen Fundort bis auf den qm festlegen können, und von diesem Zeugungsort aus kann der Bastard nur durch andauernde Samenbeständigkeit neben fertilen Rückkreuzungen den weiten Weg von ca. 100 m (bis in Kulturland) zurückgelegt und sich ein Jahrhundert erhalten haben. - Dies giebt uns einigermassen die Gewähr, dass jene so seltenen Orchideenbastarde auch noch fürderhin bestehen und unsere Nachfolger durch die bizarre Schönheit ihrer Formen begeistern und erfreuen werden.

a.

d.



b.

e.

c.

f.

a. Ophrys fuciflora x muscifera fa. perfuciflora m.
b. " " " " " " " , *Pflanze von Augsburg.*
c. " " " " *fa. integra m.*
d. " " " " *fa. intermedia m.*
e. " " " " *fa. permuscifera m. Pflanze von Devens.*
f. " " " " " " " *Pflanze von Zweibrücken.*

Steindruck von A. Wilutzky, Königsberg P..

BOTANISCHES ARCHIV

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE BOTANIK.
HERAUSGEBER DR. CARL MEZ,
PROFESSOR DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT
KOENIGSBERG.
BAND IV HEFT 6. AUSGEGEBEN AM 1. DEZ. 1923.

Herausgeber: Prof. Dr. Carl Mez, Königsberg Pr., Besselplatz 3 (an diese Adresse alle den Inhalt d. Zeitschrift betreffenden Zusendungen). - Verlag des Repertoriums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49 (Adresse für den Bezug der Zeitschrift).

- Alle Rechte vorbehalten. Copyright 1923 by Carl Mez in Königsberg.

Ueber die Wachstumsbeschleunigung der Pflanzen bei vermindertem Sauerstoff-Druck.

Von MARTIN HEUMANN (Breslau).

Die Frage nach der Abhängigkeit pflanzlicher Organismen von der sie umgebenden Luft ist nicht erst in neuerer Zeit aufgeworfen worden. Schon in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts hatte man erkannt, dass Luft, bzw. ein Teil der sie zusammensetzenden Einzelgase, für die Lebensvorgänge in der Pflanze nicht entbehrlich seien, vielmehr je nach ihrer chemischen Natur ganz spezifische Vorgänge im Pflanzenkörper, Assimilation und Atmung, bedingten (1). Infolge der am tierischen, vor allem am menschlichen Körper selbst gemachten Erfahrungen, dass auch eine Variation des Druckes der Luft von Einfluss auf die regelmässige Abwickelung der Lebensprozesse sei, ward es ferner nach den soeben im Atmungsvorgang gefundenen Parallelen zwischen Pflanze und Tier nur verständlich, auch bei ersterer ein gewisses Reaktionsvermögen auf den Druck der sie umgebenden Luft zu vermuten, zu untersuchen und näher zu bestimmen. Am anschaulichsten fand man dieses Abhängigkeitsverhältnis manifestiert in den offensichtlichen Schwankungen, denen das pflanzliche Wachstum bei sich veränderndem Luftdruck unterworfen ist. Nach DÖBEREINER (2), dessen Versuche wegen des Fehlens unter Normalverhältnissen gezogener Vergleichspflanzen keinen Schluss zulassen, war es vor allem P. BERT (3), der sich eingehend mit der Frage nach der Einwirkung des Luftdruckes auf Keimung und Wachstum befasste und der auch den Beweis erbrachte, dass nicht der Druck in toto, sondern bei vermindertem wie bei vermehrtem Luftdruck einzig und allein der Saucrstoff-Partialdruck ausschlaggebend für die Beeinflussung des pflanzlichen Wachstums sei. Seine Versuchsanordnung (4) war eine dreifache: 1. Sauerstoffarme Luft komprimiert, um normalen Sauerstoff-Partialdruck zu erhalten (Totaldruck grösser als 1 Atmosph.); 2. Sauerstoffreiche Luft bei einer Atmosphaere; 3. Sauerstoffreiche Luft unter scwachem Druck, sodass der Sauerstoff-Partialdruck

gleich dem normalen sich ergab (Totaldruck kleiner als 1 Atmosph.).

Auf alle Einzelheiten und Mannigfaltigkeiten dieser Versuche soll hier nicht eingegangen werden, erwähnt möge nur sein, dass BERT unter anderem auch die untere Grenze des Sauerstoff-Gehaltes, bei der gerade noch eine geringe Keimung möglich war, bzw. aufhörte, festzulegen suchte und sie etwa bei 2,5% Sauerstoff-Gehalt oder 8 - 7 cm Druck fand.

Das BERTIsche Ergebnis betreffs der alleinigen Wirkung des Sauerstoff-Druckes im Verein mit dem zu erhebenden Einwand, dass die untere Grenze der Verdünnung für Keimlinge und bereits im Wachsen begriffene Pflanzen eine ganz verschiedene sein könne, regten in den Jahren 1880/81 WIELER (1) zu seinen Untersuchungen über "die Beeinflussung des Wachsens durch verminderte Partiärpressung des Sauerstoffes" an. Das Ziel seiner Arbeit sah er im wesenltichen in der Beantwortung der beiden Frage: 1. Welche Verminderung des Sauerstoffgehaltes der atmosphärischen Luft ist nötig, um das Wachstum der Pflanzen zum Stillstand zu bringen? 2. Wie weit muss der Sauerstoffgehalt der umgebenden Luft sinken, um das Wachstum zu verlangsamen? (5). Die erste dieser beiden Fragen fand durch ihn eine Beantwortung dahin, dass noch eine sehr geringe Menge Sauerstoff befähigt sei, das Wachstum der meisten Pflanzen zu unterhalten. So fand er als untere Grenze für *Helianthus annuus* 0,0000000003 bis 0,005 ccm Sauerstoff, für *Vicia Faba* 0,00000000C03 ccm, *Brassica Napus* 1,23 bis 7,37 ccm u.s.w. Als er nun gelegentlich der Beantwortung von 2. seine Wachstumsmessungen vornahm, ergab sich ganz gegen Erwarten, dass seine Versuchspflanzen statt langsamer schneller in verdünnter Luft gwachsen waren als in atmosphärischer (6), und zwar traf dies bei allen von ihm benützten Objekten, Dikotyledonen und Pilzen, zu. Allerdings war innerhalb mehr oder weniger aber zumeist recht weiter Grenzen völlige Unabhängigkeit der Pflanzen vom Luft- bzw. O-Druck festzustellen. Es musste schon ziemlich weit (um 2 - 300 mm) evakuiert werden, um den Beginn einer Wachstumsbeschleunigung konstatieren zu können. Sie nahm, wie die weiteren Versuche ergaben, bei fortschreitender Verdünnung allmählig zu, um nach dem Erreichen des Optimums schnell nachzulassen und schliesslich in Stillstand des Wachstums bzw. Absterben der Versuchsobjekte überzugehen (7). Der benötigte Apparat hatte, gemäss der WIELERschen Fragestellung, die Aufgabe zu erfüllen, einen vollkommen luftdicht abschliessenden Raum darzubieten, dessen Luft- bzw. O-Gehalt nach Belieben zu variieren war. Er bestand im wesentlichen aus einer Glasglocke, die ausgepumpt werden konnte und so eine Luft von verschiedenster O-Konzentration enthielt. Das Ergebnis BERTs, dass nur der O-Druck, nicht aber der verringerte Totaldruck der Luft Zuwachs bewirke, wurde von WIELER nochmals einer Nachprüfung unterworfen und als richtig erkannt; durch Einleiten von Wasserstoff in die evakuierte Glocke schuf er ein Medium, in dem die Versuchspflanzen wohl unter normalem Totaldruck, hingegen vermindertem O-Partialdruck standen; auch hierbei liess sich Wachstumsbeschleunigung feststellen. Desgleichen wurde der Einwand, dass das Auspumpen an sich "wie ein Reiz" wirken und die Wachstumsförderung hervorrufen könne, experimentell auf doppelte Weise entkräftet. Später hat auch WUNDT(8) den Beweis erbracht, dass von einer "schädigenden Wirkung des Konzentrations- und Druckwechsels", den JENTYS (9), allerdings nur bei einer Pilzform, *Phycomyces*, erkannt haben wollte, bei derartigen Versuchen nicht die Rede sei. Schliesslich lag der Gedanke nahe, dass die Zunahme des Wachsens möglicherweise mit einem Steigen der Wachstumskurve in Verbindung zu setzen sei. Dadurch, dass er alle 12 Stunden die Pflanzen in den beiden Apparaten (unter Normaldruck und zwischen 100 - 200 mm) gegeneinander auswechselte und sich alsdann jedesmal unter verringertem O-Druck sogleich die Beschleunigung einstellte, musste auch dieser Einwand fallen.

Operiert wurde mit Keimpflanzen und Pilzkulturen; erstere wurden in mit Sägespänen gefüllte Tonzylinder schon 24 Stunden vor Beginn des Versuchs gepflanzt, um so nach WIELER die Gewähr für völlige Wachstumsfähigkeit zu geben. Die Phanerogamen unter den Versuchsobjekten wurden dauernd im Dunkeln gehalten.

WIELER hat sich nun begnügt, für einige Pflanzen und, da sein Hauptinteresse ja nicht in dieser Richtung lag, auch dann nur mehr nebenher das bei gewisser Luftverdünnung bestehende Wachstumsoptimum annähernd festzulegen; eine etwas eingehen-

dere Diskussion tritt nur an der Hand der von ihm aufgrund seiner Untersuchungen aufgestellten Wachstumskurven mit ihren beiden Maxima in komprimierter und verdünnter Luft und dem Minimum bei Normaldruck ein. Die mit weitgehender Genauigkeit rein rechnerisch aufgestellten Zahlenwerte für die Kardinalpunkte des O-Partialdrucks bezüglich des Wachsens - es ist, wie wir gesehen, teilweise noch die 12. Dezimale berücksichtigt worden - haben in dieser Form wohl vorwiegend theoretischen Wert, bewirken doch die nie ganz auszuschaltenden Fehlerquellen als Sägespäne, Wasser etc., sowie die von WIELER nicht bedachte O-Verringerung durch Atmung stets nicht zu unterschätzende Veränderungen in der Zusammensetzung der Luft.

Nach WIELER ist JACCARD (10) auf die Frage der Wachstumsbeschleunigung unter vermindertem O-Druck zurückgekommen. Er beanstandet zunächst die Arbeit WIELERs, abgesehen von dem zur allgemeinen Lösung der Frage allerdings zu speziellen Gesichtspunkt jener Untersuchungen, die geringe Zahl der beobachteten Spezies und die kurze Beobachtungszeit. Was den ersten Einwand betrifft, so dürften neun verschiedene, teils phanerogamische teils kryptogamische Spezies bei Untersuchungen wie den WIELERschen wohl als genügend erachtet werden; desgleichen ist die nicht allzu lange Beobachtungszeit eben durch die von ganz bestimmten Voraussetzungen ausgehende Fragestellung gerechtfertigt, zumal wenn man bedenkt, dass sie bei der inbetracht kommenden Versuchsanordnung nur dazu angetan ist, einen Teil der Fehler auf ihr Minimum beschränken zu helfen. Jedoch wäre ein gegen die geringe Zahl der jeweilig einem Versuch unterworfenen Pflanzen gerichteter Einwand zu erheben, denn kaum ein Faktor tritt so störend bei derartigen Untersuchungen hervor wie der der individuellen Verschiedenheit, das betonte auch WIELER selbst ausdrücklich und wird sich im folgenden noch zur Genüge erweisen.

JACCARDs Hauptaugenmerk ist nun dahin gerichtet, "de soumettre à Lexpérience un nombre d'espèces plus considérable, prises à des âges différents, de les étudier pendant un temps relativement long, à la fois dans leur accroissement, leur morphologie externe et leur structure anatomique, et de les comparer avec des plantes vivant dans l'air ordinaire, servant de témoins" (11). Er will also nicht nur allein Keimpflanzen der Betrachtung unterworfen wissen, will ferner seine Objekte einen grösseren Abschnitt ihrer Entwickelung in verdünnter Luft vollziehen lassen. Die Zahl der von ihm untersuchten Spezies ist eine bedeutende: 25 im Keimstadium befindliche, 3 Zwiebelpflanzen, 5 Knollenpflanzen, über 11 bereits im vollen Wachstum begriffene, dazu mehrere Wasser- bzw. Sumpfgewächse. Ausgehend von der Annahme, dass der Atmungsquotient etwa gleich 1 ist, bringt er seine in Gartenerde befindlichen Objekte in Glocken von ca. 412 ccm und 3 - 4 L und lässt sie am Licht wachsen, denn nur so kann die Bemerkung zu verstehen sein: "l'acide carbonique produit était décomposé ± par suite de l'assimilation chlorophyllienne" (12). - JACCARD setzte also bei seinen sich oft über recht lange Zeit (20 und mehr Tage) erstreckenden Versuchen und ohne je die Glocken frisch zu lüften voraus, dass das Gasgemisch insbesondere der Sauerstoffgehalt konstant bliebe, eine Annahme, die durch keinerlei Nachprüfung wie Gasanalysen gestützt wurde.

Im Gegensatz zu BERT und WIELER findet JACCARD gleich JENTYS auch eine Einwirkung des Totaldruckes, und zwar bei Anwendung eines Gasgemisches von der Zusammensetzung O = 4,13%, N + H = 93,73%, CO_2 = 2,14% unter 2,5 Atmosphären Druck gleich einem Sauerstoff-Partialdruck von 0,5 Atmosph. Sie gibt sich in einer Beeinträchtigung des Wachstums durch die an sich indifferenten Gase in der Luft, N und H, bei erhöhtem Druck zu erkennen. Diese Erscheinung kann, wenn wir die Möglichkeit einer infolge Verunreinigungen des Gasgemisches hervorgerufenen Schädigung der Pflanzen ganz ausser acht lassen, durch die dem Turgor entegengerichtete und ihn mindernde Kraft des hohen Totaldruckes hervorgerufen worden sein.

Die Beantwortung dieser am häufigsten aufgeworfenen Fragen soll weiter unten gegeben werden. Andererseits sind jedoch die Unterschiede in den Zuwachsen der in der ausschlaggebenden Versuchsserie nr. 30 beobachteten Pflanzen (13) so gering, z.T. besteht sogar völlige Gleichheit, dass man eher zu der Annahme geführt wird, der Sauerstoff-Partialdruck sei immer noch zu hoch gewesen, um die für eine Beschleunigung nötigen Bedingungen zu erfüllen.

Eines nur möge aber hier bedacht werden, dass nämlich unter Normalverhältnis-

sen inaktive Gase bei erhöhtem Druck aktiv werden können (14), so hängen z.B. die reduzierenden Eigenschaften des Wasserstoffs von seiner Pressung ab. Ausser bei der Beurteilung des mit erwähntem Gasgemisch gemachten Versuchs wäre dieser Punkt auch vielleicht bei Bewertung des WIELERschen Auspumpungsverfahrens mit jeweiligem Zuleiten von H nach jeder der bis zu 5 malen bei Ansetzung eines Versuchs stattfindenen Evakuation in Erwägung zu ziehen. Selbst wenn man aber alle diese Fehlerquellen, die nur die Klarheit und Genauigkeit der experimentellen Resultate beeinträchtigen, in Betracht zieht, die Tatsache einer Wachstumsbeschleunigung unter verminderter O-Pressung muss nach den gemachten Angaben als sicher bestehend gelten. Da jedoch bei keiner der früheren Arbeiten die Frage aufgeworfen wurde, welches denn eigentlich die innern Ursachen dieser Erscheinung seien, schien eine diesbezügliche Untersuchung nicht aussichtslos.

Zwar hatte bereits JACCARD nach im Verein mit den rein habituellen Abänderungen auftretenden histologisch-habituellen Differenzen bei geringer und normaler O-Pressung gesucht, allein vergeblich: "L'épiderme avait le même revêtement cuticulaire dans les deux cas, l'épaisseur de l'hypoderme et du collenchyme était la même; pas de différence non plus dans le parenchyme cortical; la grandeur ou l'épaisseur de ses cellules, la répartition de la chlorophylla, le système vasculaire, étaient les mêmes, enfin la moelle aussi que le nombre des raphides contenus dans ses cellules ne présentaient également pas de différences" (15). Somit fand er als Endresultat, dass: "la pression du gaz qui entourne une plante, même lorsqu'elle varie entre des limites assez étendues (de 0,10 à 7,60 m) n'entraîne, en général, dans sa structure anatomique, aucune modification sensible ayant une valeur physiologique" (15).

Das vermehrte Wachstum unter vermindertem O-Druck kann nun zunächst auf zweierlei Weise bewirkt werden: es kann beruhen auf einer stärkeren Längsstreckung der einzelnen Zell-Elemente, bei welcher Vorstellung wieder die bereits erwähnte Annahme einer rein mechanischen Wirkung des Totaldruckes in den Kreis der Betrachtungen gezogen werden würde, oder aber es wird bedingt durch eine Vergrösserung der Zellenzahl, d.h. durch intensivere Teilung. Mit diesem Gesichtspunkt war auch zugleich im Umriss die zu befolgende Arbeitsmethode an die Hand gegeben; es war vorerst nötig, rein experimentell das nötige Pflanzenmaterial zu beschaffen und dieses alsdann der mikroskopischen Durchsicht zu unterwerfen.

Die Schwierigkeit bei Aufstellung der Versuchsanordnung lag darin, aus einem Komplex von in Wirkung tretenden Faktoren alle bis auf den O-Druck durch völlige Gleichheit bei Versuchs- und Kontroll- oder Vergleichspflanzen auszuschalten. Hier kamen vor allem Kohlensäure- und Feuchtigkeitsgehalt, Beleuchtung und Temperatur infrage. Da es nicht darauf ankam, den Verlauf des Wachstums selbst zu verfolgen, vielmehr nur das Endergebnis jedes Versuchs inbetracht zu ziehen war, die Wachstumsbeschleunigung ferner in nicht allzu engen Grenzen (bis 100 mm Spielraum war vorhanden) stattfand, wie ja auch bereits die von WIELER (16) dafür gefundenen Werte sowie die von ihm aufgestellten Kurven erkennen lassen, so brauchte völlige Konstanz des Sauerstoff-Gehaltes nicht gefordert zu werden. Sie konnte ja, wie aus der sogleich zu beschreibenden Apparatur zu entnehmen ist, wegen der stattfindenen Atmung auch nicht erlangt werden. Durch Verdunkelung wurde weiterhin die Assimilation unterdrückt, die produzierte Kohlensäure aber durch Kalilauge absorbiert. Ein gerade genügender Vorrat an Wsser ermöglichte die ständige Sättigung der Luft mit Wasserdampf. Unter günstigeren, will sagen billigeren Zeitverhältnissen wäre das Idealste natürlich die Anwendung eines konstanten, nur im Sauerstoff-Gehalt sich von der Luft unterscheidenden Gasgemisches gewesen, das in langsamem, schwachem Strom aus einem Gasometer durch den Pflanzenbehälter hätte hindurchgeleitet werden können.

Der Hauptsache nach bestand der Apparat gleich dem WIELERschen aus einer zu evakuierenden Glasglocke. Allerdings nahm er erst nach einigem Probieren und mancher Abänderung die aus Fig. 1 ersichtliche handliche Form an. Die als Rezipient dienende Glocke R hatte einen innern Durchmesser von ca. 15 cm und ein Fassungsvermögen von etwa 2250 ccm, oben war sie mit einem Hals versehen, der durch einen mit doppelter Bohrung ausgestatteten Kork verschlossen wurde. Die ei-

ne Durchbohrung nahm das mit einem Hahn versehene Saugrohr S auf, wohingegen durch die andere das U-förmig gebogene Steigrohr Q gesteckt ward, das mit seinem langen Ende in das Quecksilbergefäss G tauchte. Beide Glasrohre waren an der Stelle K_1 durch ein Stück Kork und Draht miteinander verkuppelt, Q bei K_2 ausserdem noch an dem Rezipienten R durch eine Korkplatte befestigt. Diese Vorsichtsmassregel war unbedingt nötig, um bei dem Steigen des Quecksilbers das infolge Hebelwirkung begünstigte Brechen des Steigerohres Q, wie es auch in der Tat anfangs einmal ohne die Stützen geschah, zu vermeiden. Die äussere Fläche des Halskorkens wurde mit Gelatinelösung in der Weise luftdicht verschlossen, dass während des Auspumpens die nicht zu dickflüssige Gelatine mit einem feinen Pinsel sorgfältig, vor allem in die Risse und Spalten des Korkens, der überdies in der Höhe des Glashalses abgeschnitten war, aufgetragen wurde. Innen wurde der Kork noch zum Überfluss mit geschmolzenem Paraffin übergossen und die vorher etwas erwärmte Glaswand möglichst allseitig damit bestrichen. Am oberen Ende des Saugrohres konnte der Schlauch einer Wasserstrahlluftpumpe angesetzt werden; bei genügender Evakuation würde der eingeschliffene durchbohrte Hahn H geschlossen. Die Glocke ward mittels eines Pumpenfettes, bestehend aus Schweineschmalz und geringen Mengen Rindstalg, auf die plangeschliffene Glasplatte T aufgesetzt und am Rand das Fett noch sorgfältig verstrichen. Auf diese Weise wurde ein vollkommen dichter Verschluss hergestellt; das Steigerohr verhielt sich wie ein Gefässbarometer, zeigte prompt jegliche Variation des äusseren Luftdruckes an. Die Kohlensäure-absorbierende Kalilauge wurde in Mengen von je 10 ccm in kleine Glasschälchen gefüllt, die auf einem etwa 1 cm hohen Glasfuss standen. Wenn ein Thermometer benützt wurde, so steckte dies, um aufgestellt werden zu können, in einem mit Paraffin getränkten Kork, der jedoch so an den Seiten angebohrt war, dass die Quecksilberkugel allseitig von Luft umgeben war. - Es wurden zwei derartige Apparate hergerichtet, die unter Normaldruck stehenden Konrollpflanzen in Glocken desselben Volums bei sonst gleichen Bedingungen gezogen.

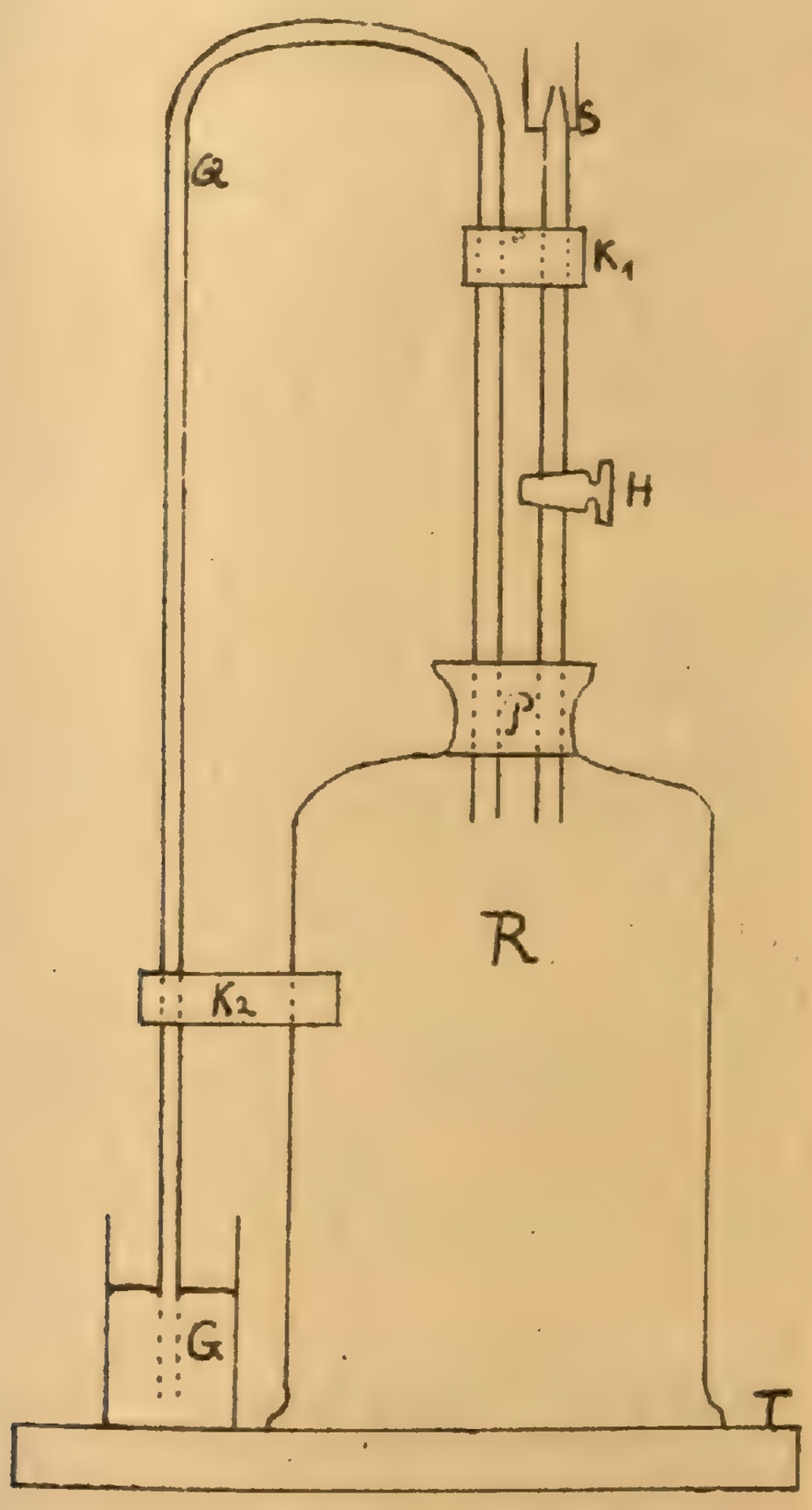


Fig. 1.

Die Beschaffung geeigneter Kulturen bereitete einige Schwierigkeiten, wenn insbesondere die bereits von WIELER hervorgehobenen und auch eingangs erwähnten Störungsfaktoren möglichst vermiden werden sollten. Zu Anfang wurden teils Blumentöpfe, teils kleine Glasgefässe verwendet, in denen die Pflanzen in gesiebter Gartenerde oder in Glassand gezogen wurden. Sie gediehen auch vortrefflich, nur bedingte die in dem Substrat haftende und durch einmaliges Auspumpen nur schwer und langsam zu entfernende Luft stets eine Felerquelle bei der Feststellung des bezüglich der Wachstumsbeschleunigung optimalen Luftdrucks, vor allem war es aber äusserst schwer, wenn nicht gar unmöglich, die an Wurzeln und oft auch infolge des Durchstossens der Bodendecke an Stengeln haftenden feinen Bodenpartikelchen zu entfernen, was wegen der nachfolgenden Mikrotombehandlung aber unbedingt erforderlich war. Desgleichen konnte eine Messung der Wurzel wegen der durch den engen Raum des Gefässes hervorgerufenen Verkrümmungen dieser Organe nur mit grosser Ungenauigkeit angestellt, andererseits aber die Behälter nicht so gross ge-

nommen werden, um sie zu vermeiden, da ja mit der vorhandenen Bodenmenge alle bereits erwähnten Fehler wachsen.

Diese Mängel wurden nun auf folgende Weise vermieden: Eine Glasplatte 9 x 12 cm, in den Figuren 2 und 3 mit I bezeichnet, wurde in die entsprechend breiten Einschnitte zweier Holzklötzchen geschoben, sodass sie senkrecht stand. Vorher waren die Klötzchen mit Paraffin getränkt und dadurch alle Luft aus ihnen entfernt worden. Alsdann war über I ein der Plattengrösse entsprehendes Blatt Fliesspapier gelegt, dessen Form aus Fig. 4 ersichtlich ist. In der Linie xx lag es

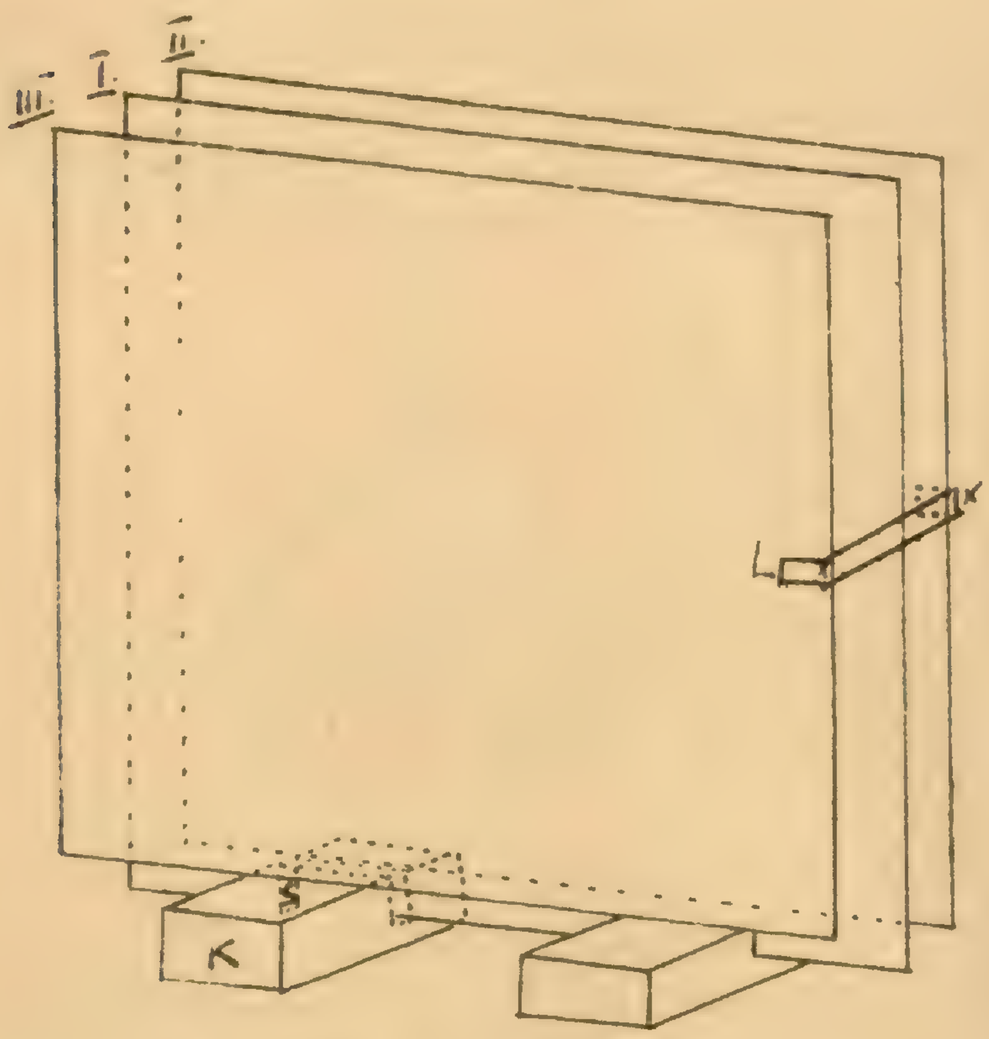


Fig. 2.

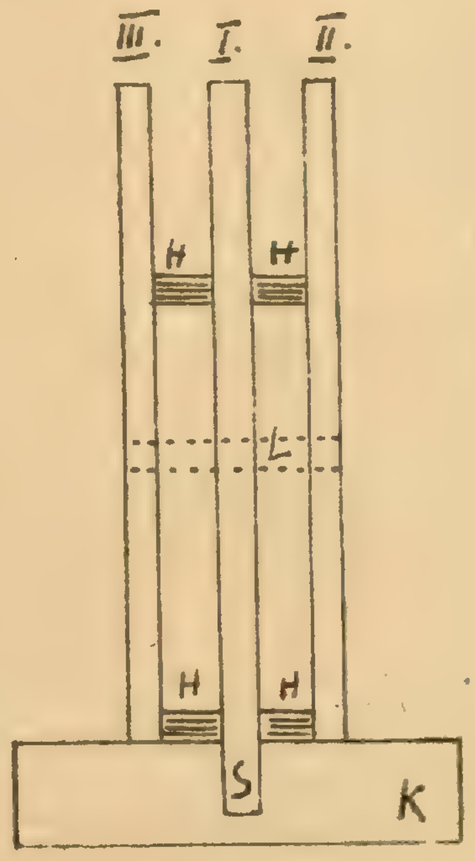
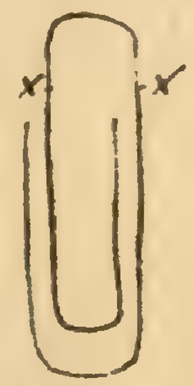


Fig. 3.



Klammer L.

Fig. 4.

auf dem oberen Rand von I auf, sodass die beiden Hälften je eine Seite des Glases bedeckten. Die zungenartigen Fortsätze des Papiers verliefen von der Platte her zwischen den beiden Holzfüssen und tauchten in ein kleines mit Wasser versehenes Schälchen, auf dem der ganze Apparat stand. Dadurch wurde ein ständiges und, wie erfahrungsgemäss aus der fortschreitenden Benetzung eines noch trockenen derartigen Papiers zu schliessen war, auch gleichmässiges Feuchthalten bis oben hin ermöglicht. Alsdann wurden auf jeder Seite von I vier kleine Holzstückchen von ca. 2 - 3 mm Dicke, 2 am unteren Rand bei den Holzfüssen, 2 an den beiden Seitenwänden in der Plattenmitte, gelegt und alsdann die etwas kürzeren, aber genau so breiten Platten II und III auf die Klötzchen aufgestellt und mit 2 zu diesem Zweck eigens umgebogenen Klammern an I angedrückt. Bei Benützung von kleinen Samen wurde über die 3 Platten ein Fliesspapierstreifen gelegt, an den Rändern von II und III nach unten umgebogen und an die betreffenden äusseren Plattenwände mit Wasser angeklebt. Die den Rand von I und je einer Nachbarplatte verbindenden Partien dieses Papiers wurden mit Löchern versehen, durch welche die Würzelchen der Keimlinge gesteckt wurden und alsdann zwischen I und II bzw. I und III unter ständiger Berührung mit dem feuchten Papierbelag von I senkrecht nach unten wachsen konnten. Grössere Samen mit zahlreicheren Keimwurzeln, wie z.B. *Hordeum*, wurden einfach mit diesen in die Zwischenräume der Platten geschoben und auf den Rand aufgelegt. Hierbei war durch ev. Verstärkung der 8 Holzstückchen der Plattenzwischenraum genügend zu vergrössern, um eine Verletzung der Wurzeln zu vermeiden. Die Grösse der Fliesspapierfläche begünstigte beim Auspumpen ein Entweichen der Luft aus dem aufgesogenen Wasser. Auf derartig hergerichteten Keimbetten konnten bei dem beschriebenen Plattenformat sehr gut gegen 20 Samen mittlerer Grösse aufgelegt werden, durch Anwendung von mehr als 3 Platten hätte diese Zahl gegebenenfalls noch erhöht werden können. Allerdings waren

die Pfläzchen einzig und allein auf die ihnen im Samen mitgegebenen Nährstoffe angewiesen, die Versuchsdauer konnte schon deshalb nicht eine allzu lange sein, hätten doch die Keimlinge ihr Wachstum bei dem eintretenden Mangel an Nährstoffen bald so gut wie eingestellt. Mitunter kam es vor, dass die Wurzel eines Pflänzchens an eines der am Rand befindlichen Holzstückchen zwischen den Glasplatten stiess und verkrüppelte. In den tabellarischen Zusammenstellungen sind solche Fälle immer besonders kenntlich gemacht und bei der Berechnung der Mittelwerte nicht berücksichtigt worden, sie kamen jedoch nur sehr vereinzelt vor.

Bei der Auswahl der Samen wurde auf Gleichheit hinsichtlich Grösse und Keimfähigkeit streng geachtet. Schon bei dem Pikieren auf mit Fliesspapier belegten Schalen wurde nur möglichst gleiches Material verwandt; grössere Samen wurden vorher unter mehrmaligem Wasserwechsel 1 - 1 1/2 Tage eingequellt. War die Wurzel etwa 0,5 bis höchstens 1 cm hervorgetreten, abgesehen von *Lens*, wo ihre Länge ca. 3 cm betrug, so wurden unter nochmaliger Auswahl die geeigneten Keimlinge auf die Keimbetten gelegt, um alsdann vor Beginn des eigentlichen Versuchs einer abermaligen Kontrolle inbezug auf Stengel- bzw. Wurzellange und Gesundheit unterworfen zu werden, was dank der Durchsichtigkeit von II und III ohne weiteres möglich war. Das mitunter in den Apparat gestellte Thermometer gab die Gewähr fast völliger Temperaturgleichheit bei Versuchs- und Konrollpflanzen, die geringen vorhandenen Differenzen können als kaum von Einfluss unberücksichtigt bleiben. Da die Thermometer an sich völlig übereinstimmten, so beruhen sie zum Teil vermutlich auch darauf, dass die Einwirkung der Parallaxe bei der primitiven Form des Ablesens nie vollkommen zu berücksichtigen war, zumal die Apparate wegen des Standes der Wasserstrahl-Luftpumpe eine recht ungünstige Stellung einnahmen, andererseits jedoch ein Verrücken der Versuchsanordnung wegen der damit verbundenen unvermeidlichen Erschütterung vermieden werden sollte. Die Verdunkelung des Ganzen geschah mittels schwarz ausgekleideter Pappzylinder, die unten an der Aufsatzstelle noch mit schwarzen Tüchern umlegt wurden. Es zeigte sich bei derartigen Vorsichtsmassregeln auch nicht die geringste Spur eine Lichtwirkung.

Operiert wurde anfags nur mit *Panicum miliaceum*, hier die Verhältnisse eingehender geprüft, alsdann erst zu weiteren Objekten übergegangen. Es kamen noch in Anwendung *Phalaris canariensis*, *Hordeum*, *Lens esculenta* und *Sinapis alba*.

Zunächst wurde während der Dauer des Versuchs die Luft in den Apparaten nicht erneuert, wo dies geschehen, ist es besonders vermerkt. Wohl mag, dies sei nochmals betont, zufolge der Atmung eine Verringerung des Sauerstoff-Gehaltes eingetreten sein, allein die Pflanzen wurden zu Beginn des Versuchs unter durch Vorversuche gefundenen optimalen O-Druck gebracht, sodass selbst bei allmähliger bis zu einem gewissen Grade sich erstreckender Abnahme des Sauerstoffes noch Wachstumsbeschleunigung stattfinden musste, wie es ja auch die hinten gegebenen Tabellen I u. II erkennen lassen.

Schliesslich wurde noch eine Prüfung auf eine eventuell vorhandene Reizwirkung des Auspumpens vorgenommen. Von den zwei Vergleichsglocken bei Versuch 2 (Tabelle XI) mit *Lens esculenta* wurde in der einen im Verein mit dem 200 mm Druck aufweisenden alle Tage die Luft durch Abheben der Glocke erneuert und alsdann frisch ausgepumpt. Es ergaben sich für die Stengellänge im Mittel aus 10 Pflanzen die Ergebnisse: Unausgepumpt 26,3 mm, ausgepumpt 24,9 mm, wonach also von einem das Wachstum beschleunigenden Einfluss des Evakuierens als solchen nicht die Rede sein kann. Zudem sind die Unterschiede so gering und derart, dass auch ein besonderer Einfluss des Lüftens nicht daraus abgeleitet werden kann; deshalb ist bei der überwiegenden Mehrzahl der Versuche von einer in gewissen Intervallen zu vollziehenden Lufterneuerung abstand genommen worden.

Ferner sind, hinsichtlich der Höhe des angewandten Luft- bzw. Sauerstoff-Druckes die Angaben nur in mm Quecksilber ausgedrückt, jegliche Umrechnung unter Berücksichtigung von Temperatur, Wasserdampftension und anderer infrage kommender Faktoren sowie eine Reduktion auf 0° und 1000 mm Druck ist als für unsere Zwecke belanglos unterlassen worden. Es ergaben sich nun nun für die dem Versuch unterworfenen Pflanzen nachstehende Resultate.

PANICUM MILIACEUM.

Vor vornherein schien die Hirse ein günstiges Objekt zu sein; die Samenauswahl ist recht genau vorzunehmen, die Kultur leicht zu bewerkstelligen. Sehr von Vorteil ist ferner ihr von keinerlei Krümmungsbewegungen betroffenes Wachstum sowie ihre Unempfindlichkeit gegen Laboratoriumsluft. Schliesslich weist gerade bei den Paniceen das Hypokotyl eine nennenswerte, leicht messbare Länge auf, wohingegen die überwiegende Mehrzahl der andern Gramineen das hypokotyle Stengelglied sogut wie gar nicht zur Entwickelung bringen.

Bei den Versuchen WIELERs war ganz allgemein von einem schnellen Wachstum unter verringerter O-Partiärpressung die Rede gewesen; JACCARD hatte ausserdem gefunden, dass die blosse Beschleunigung des Wachsens nicht die einzige hervorgerufene Veränderung repräsentiere (17). Seine Versuchsobjekte zeigten neben schlankerem, aufgeschossenerem Wuchs Neigung zur Verästelung, insbesondere aber waren die Blätter weit stärker entwickelt und ausgebreitet als bei den Pflanzen in gewöhnlicher Luft.

Es stellte sich nun im Verlauf unserer Untersuchungen heraus, dass die verschiedenen Teile des Pflanzenkörpers durchaus nicht gleichmässig beeinflusst werden, dass einige wohl durch gefördertes Wachstum ausgezeichnet sind, andere nicht in dem Masse oder gar nicht davon betroffen werden, ja, verglichen mit den Kontrollpflanzen, sogar im Wachstum zurückblieben.

Bei den Versuchen mit Hirse wurde zunächst auf die Durchbruchzeit des ersten Blattes durch die Koleoptile geachtet. Auch hierin liegt unter anderm ein Vorteil in der Verwendung von Monokotyledonen gegenüber Dikotyledonen, bei denen die Wachstumsbeschleunigung, um dies hier vorwegzunehmen, in ihrem wahren Wesen weniger eindeutig zu erkennen ist. Es zeigte sich nun bei Hirse mit aller aus Tabelle I und II ersichtlichen Deutlichkeit, dass durch verminderten O-Druck ein früheres Durchbrechen der ersten Blattes durch die Koleoptile verursacht wurde, und zwar lag das Optimum etwa bei 150 bis 200 mm Quecksilberhöhe, aber auch durch 100 mm konnte noch Beschleunigung hervorgerufen werden. Beim Ansetzen des Versuchs musste demzufolge nicht allein auf gleiche Längen der ganzen Pflanzen, sondern auch auf die der noch in den Koleoptilen befindlichen jedoch von aussen sichtbaren Blätter geachtet werden. Zwar hatte Versuch nr. 7 eine Abweichung von der Regel zu verzeichnen, jedoch bei der geringen Zahl von 4 Pflanzen lässt dies Ergebnis keinen definitiven Schluss zu. Waren die Keimlinge in ihrer Entwickelung noch nicht zu weit vorgeschritten, sodass ihre Blätter nicht etwa an und für sich bereits vor dem Durchbruch standen, so wurde der Unterschied der Durchbruchszeiten klarer und prägnanter, dies zeigten die Versuche 8. und 9. in Tabelle II. Das Gegenstück bildete Versuch 10., bei dem ebenfalls die beträchtliche Zahl von 15 Pflanzen, aber mit 26 mm Länge (gegen 8 mm bei nr. 8 und 9) dem Versuch unterworfen wurden und die Blätter fast gleichzeitig durchbrachen.

Es hat somit das Alter der Objekte einen gewissen Einfluss auf den eben erwähnten Vorgang, jedoch wohl nur inso fern, als bei weiter entwickelten Exemplaren die Umstellung des Organismus auf die neuen Verhältnisse nicht schnell genug erfolgen kann, um noch eine Verschiebung der unter natürlichen Bedingungen gegebenen Durchbruchszeit zu bewirken.

Die von nr. 10 abweichenden Ergebnisse des Versuchs nr. 2 sind möglicherweise dadurch zu erklären, dass die mit niederer Temperatur verbundene späte Jahreszeit verlangsamend auf den gesamten Wachstumsprozess eingewirkt hat und infolgedessen die Wirkung des geringen O-Druckes noch hat zum Austrag kommen können, doch ist der hypothetische Charakter dieser Deutung wegen des gänzlichen Mangels von Temperaturangaben nicht zu vergessen.

Nach all dem wäre zunächst eine das Blatt-Wachstum nicht unbeträchtlich fördernde Beeinflussung des verringerten O-Partialdruckes, die sich neben dem frühen Durchbruch durch die Koleoptile auch in der Gesamtlänge des Blattes zu erkennen geben muss, nicht zu läugnen. Es wurden daher die Blätter gemessen und zwar von der Spitze bis zu der Stelle, wo die beiden Ränder der Koleoptile sich im spitzen Winkel treffen. Die Pflanzen wurden auf Millimeterpapier gelegt und, ob-

ne einen Zug auf sie auszuüben, möglichst gerade gestreckt. Auf diese Weise waren halbe bis Viertelmillimeter noch sehr gut zu schätzen. Auch alle andern Pflanzenteile wurden in der gleichen Weise auf ihre Länge geprüft (siehe Tab. III und IV).

Die Blätter der Kontrollpflenzen entfalteten sich nicht so stark, auch hatten sie gleich dem Hypokotyl weit geringere Behaarung als die Versuchspflanzen aufzuweisen, die bei diesen am Stengel auch weiter herabreichte. Letzterer zeigte nun des weiteren die bereits oben gestreifte, von den bisherigen Angaben vollkommen abweichende Erscheinung, dass er bei den Kontrollpflanzen durchweg länger wurde als bei den Versuchspflanzen (siehe die Mittelwerte Tab. III). Das Stengelwachstum war bei letzteren gegenüber dem der Kontrollpflanzen geradezu verlangsamt, das Verhältnis von Stengel zu Blatt, das bei diesen ein grosser unechter Bruch ist, nimmt bei den unter geringer Sauerstoff-Partiärpressung aufgezogenen Exemplaren unter Annäherung an 1 immer geringere Werte an. Der Einfluss auf die Länge der Koleoptile ist nach den wenigen vorhandenen Messungen, insbesondere den für die einzelnen Pflanzen in Tab. V und VI angeführten Zahlen nebst dem in Tab. XIII gegebenen Verhältnisse 1 : 0,99~1 dahin zu bestimmen, dass die Koleoptile kaum zu Abänderungen in der Intensität ihres Wachstums angeregt wird. Sie ist ja auch nur ein Schutzorgan der allerersten Keimzeit, das für die weitere Abwickelung der Lebensvorgänge in der Pflanze nicht weiter inbetracht kommt und demnach nach Vollendung seiner eigentlichen Aufgabe kaum noch in engerem innerem Konnex mit dem Gesamtorganismus steht, also die allgemeine Einstellung der Pflanze auf die durch Darbietung geringerer O-Mengen geschaffenen neuen Aussenbedingungen nicht mitzumachen braucht.

Die Länge der Wurzeln wurde gleichfalls gemessen, doch ist hier der diesbezügliche Unterschied bei weitem nicht so scharf wie bei den andern Teilen des Objekts.

Wo ein stärkeres Wachstum bei den Versuchspflanzen auftritt, handelt es sich nur um wenige Millimeter im Mittelwert, die sehr wohl durch besonders starke Förderung einzelner Exemplare bedingt sein können. Ein dem Stengelwachstum korrespondierendes Verhalten der Wurzel, wie es WIELER etwa zwischen Stengel und Wurzel bezüglich des durch O-Mangel hervorgerufenen Wachstumsstillstandes feststellen konnte (18), wurde demnach nicht gefunden. In der Beschaffenheit der Wurzelhaare sowie der Ausdehnung der sie erzeugenden Zone bestand kein Unterschied, dasselbe ist auch von der Dicke des Stengels und der Farbe des gesamten Vegetationskörpers zu sagen.

PHALARIS CANARIENSIS.

Diese Art war gleichfalls ein für die Beobachtung nicht ungünstiges Objekt, auch hier bereiteten die Kulturen sowie die zu treffende Auswahl unter den Samen und Keimlingen keine Schwierigkeiten. Dem Versuch unterworfen, verhielt sich *Phalaris* ganz analog der Hirse. Zwar trat das hypokotyle Stengelglied gar nicht oder nur wenig (Versuch 5) hervor, in letzterem Falle war dann jedoch stets ein dem bei Hirse entsprechendes Verhältnis der Stegellängen zu konstatieren. Leider sind diese bei Vorversuchen sowie bei Versuch 3, bei denen das geförderte Wachstum der Hypokotylen der Kontrollpflanzen gut zu erkennen war, nicht gemessen und zahlenmässig festgelegt worden. Das zeitigere Hervorbrechen des ersten Blattes durch die hier wesentlich längere Koleoptile war hingegen wieder ganz offensichtlich, das Optimum der Beschleunigung liegt zwischen 150 und 250 mm.

Die am Knoten zwischen Hypokotyl und Koleoptile sich bildenden Wirzelchen traten derartig unregelmässig bald mehr an den Kontroll-, bald an Versuchspflanzen auf, dass in ihrem Erscheinen kein Einfluss der verminderten O-Pressung erblickt werden kann. Auch das Wachstum der Koleoptile wurde, nach den in Tabelle VIII und XIII angeführten Mittelwerten und Verhältniszahlen zu urteilen, nicht beeinflusst. Der im Durchschnitt nach Tabelle XIII 1/10 betragende Wurzelunterschied ist zu gering, als dass man in ihm eine Wachstumsbeschleunigung der Versuchspflanzen erblicken könnte.

des Blattes war es auf unsern Schnitten stets mehrmals, zum mindesten zwei mal, getroffen. Dieso beiden äusseren Durchschnitte sind es, die der mikroskopischen Durchsicht unterzogen wurden. Als Mass für die Wachstumsstärke kam die Zahl der Teilungsstadien inbetracht.

Dasselbe Verfahren fand sich bereits von KARSTEN (20) bei seinen Untersuchungen über die Tagesperiodizität der Kern- und Zellteilungen angewandt; es wurden des weiteren auch die übrigen von jenem Autor gegebenen Fingerzeige zu nutze gemacht, deren wichtigster wohl der ist, dass auf möglichste Gleichheit der untersuchten Strecken und Flachen zu achten ist. Anfangs wurde bei jedem Schnitt nur die Zahl der Teilungen angegeben, späterhin erwies es sich als für die Übersicht vorteilhafter, die einzelnen Phasen getrennt aufzuführen. Das Stadium der ersten Auflockerung wurde, wo es überhaupt mit berücksichtigt werden konnte, zu denen der Prophase hinzugezählt. Bei den Monokotylen wurde das erste Blatt von der Ansatzstelle am Stengel an aufwärts gemessen und zwar nur die in Breite des Gesichtsfeldes fallenden Kernteilungen mitgezählt, die Länge der untersuchten Strecke betrug meistens 1 mm. Die Untersuchungen über noch grössere Entfernungen auszudehnen hatte wenig Zweck, zeigte sich doch, dass die teilungsfähige Zone nur an den untersten Stellen des Blattes sich befand, dass schon nach wenigen Bruchteilen eines Millimeters die Teilungsstadien spärlicher wurden um, wie besonders bei *Hordeum*, oft noch innerhalb der untersuchten Zone sogut wie aufzuhören. Eine Versch-iedenheit in der Ausdehnung der Zuwachszonen, die als Erklärung für das beschleunigte Wachstum hätte dienen können, war nirgends festzustellen. Die Zählungen wurden vorgenommen auf einem Objekt-Kreuztisch, der gleichmässigstes Verschieben des Objektes gestattete. Den genau median verlaufenden Schnitt aus der beträchtlichen Anzahl herauszufinden war nicht möglich, es wurden deshalb aus der Zone, in der er liegen musste, mehrere benachbarte Schnitte durchgezählt. Dies erwies sich auch in anderer Hinsicht als unbedingt erforderlich, da infolge der aus den Tabellen ersichtlichen stets auftretenden wenn auch in gewissen Grenzen gehaltenen Schwankungen der Teilungszahlen ein Schnitt allein nie ein klares Bild der Verhältnisse hätte geben können. Aus den gefundenen Summenwerten wurde das Mittel genommen. Ferner war auch nachzuprüfen, ob die Verhältnisse in den tangential gelegenen Pflanzenteilen etwa andere seien, auch diese Zonen wurden daher der Durchsicht unterworfen. Um die Stärke der Vegetationspunkte vergleichen zu können, wurde, allerdings nur bei einigen Präparaten, die Zahl der durch einen Spross-Vegetationspunkt gelegten Schnitte vermerkt.

Als Gesamtresultat für eine Spezies sind die Durchschnitte aus den Mittelwerten aller Proben genommen worden, denn es war ja, wie sich vor allem bei *Lens* und *Sinapis* zeigen wird, ganz willkürlich, welche Versuchs- und Vergleichspflanzen eines Versuchs man jedesmal gerade miteinander in Vergleich brachte. Es können in jeder dieser beiden Reihen durch individuelle Verschiedenheiten Extremwerte hinsichtlich der Zahl der Teilungen auftreten, trotz der vor dem Fixieren getroffenen Auswahl.

PANICUM MILIACEUM.

Betrachten wir zunächst die Verhältnisse bei der Hirse. Die in den Tabellen hinter den fortlaufenden Nummern der Schnittproben in Klammern angegebenen Zahlen entsprechen, wie auch bei allen andern folgenden Tabellen, der Versuchsnumerierung des ersten, experimentellen Teils. Das Ergebnis von nr. 1. der Tabelle XV soll bei der Aufstellung des Gesamtresultats nicht mit berücksichtigt werden; ganz sicher handelt es sich hier um einen ausnahmsweise auftretenden Wert, der, da das Ganze nur eine noch etwas grob angestellte Vorprobe war, zum Teil auf Fehler der Untersuchungsmethode zurückzuführen sein wird. Derartig grosse Differenzen sind bei keiner weiteren Untersuchung festgestellt worden. Aber selbst wenn wir von diesem Verhältniswert absehen, bleibt das Resultat ein einwandfreies. Fast durchweg zeigen die unter geringem O-Druck gewachsenen Pflanzen in der interkalaren Zuwachszone weit mehr Teilungsstadien als die in gewöhnlicher Luft gezogenen. Nur in Versuch nr. 7 bzw. 8 der Tabelle XVI konnte Gleichheit bei

Kontroll- und Versuchspflanzen festgestellt werden; auch ein zweites Präparat der Versuchspflanze wies nicht mehr Teilungen, 15,2 im Durchschnitt, auf. Es ist dies derselbe Versuch, der bereits inbezug auf die Durchbruchszeit des ersten Blattes durch die Koleoptile sich einigermassen abweichend verhielt. Diese Parallelität des makro- und mikroskopischen Befundes ist recht interessant, wird doch damit der Beweis, dass es tatsächlich das stärkere Teilungsbestreben ist, durch welches das geförderte Wachstum bedingt wird, nur erhärtet. Bei nr. 5. wurde eine grössere Anzahl von aufeinanderfolgenden Schnitten durchgezählt, die tangential gelegenen ergaben das gleiche Bild, beim Verrücken nach der medianen Zone verschob es sich etwas derart, dass das Verhältnis 1 : 1 angestrebt wurde. Immerhin ist aber auch hier das Gesamtresultat so, dass es nicht als Ausnahme anzusprechen ist.

Bildet man jetzt in besagter Weise aus den gefundenen Mittelwerten aller 7 Untersuchungen (nr. 4 ausgenommen) den Durchschnitt, so ergibt sich das Verhältnis 1 : 2,2, das würde besagen, dass die Versuchspflanzen innerhalb der erwähnten O-Konzentrationsgrenzen durchschnittlich eine etwa 2,2 mal stärkere Teilungsintensität aufzuweisen haben als die unter Normaldruck stehenden Kontrollpflanzen; ihr ist die Wachstumsbeschleunigung zuzuschreiben.

PHALARIS CANARIENSIS.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse beim Glanzgras. Von den 6 angeführten Versuchen ist das bei dreien fixierte Material mikrotomiert worden, von den zu Versuch 4 und 5 gehörigen Exemplaren wurden Präparate hergestellt. Die von nr. 6 angefertigten waren leider beim Färben derartig verunglückt, dass nichts an ihnen zu erkennen war. Jedoch zeigen auch die vorhandenen sechs Untersuchungen schon zur Genüge, wie die Dinge liegen.

Besonders Versuch nr. 5 (2 a - c der Tabellen XVII und XVIII) wurde intensiver durchgearbeitet. Die drei Paralleluntersuchungen von nr. 2. zeigen ebenso wie nr. 1 die gesteigerte Teilungszahl der Versuchsobjekte. Abweichungen von der Regel, wie in nr. 2 b, mussten allerdings auch hier konstatiert werden. Wie bei der Hirse verhalten sich auch die tangentialen Schichten ganz entsprechend den medianen (siehe 2 a und 2 b). Das Gesamtresultat lautet hier: 1 : 1,3, mit einem wenn auch wesentlich geringeren, doch immerhin beachtenswerten Plus aufseiten der Versuchspflanzen.

HORDEUM.

Klarer sind wieder die Verhältnisse bei der Gerste; die aus Versuch nr. 2 u. 3 entnommenen Proben zeigen mit aller Deutlichkeit die schwächere Kernteilung unter Normaldruck. Nach dem Quotient 1 : 2 zu urteilen, haben die Versuchspflanzen etwa doppelt soviel Teilungsstadien aufzuweisen. Das einheitliche Verhalten monokotyler Pflanzen gegenüber den durch Sauerstoff-Verringerung geschaffenen neuen Verhältnissen kann somit auch in diesem Punkte als gewährleistet gelten.

LENS ESCULENTA.

Die bei Dikotyledonen angestellten Nachforschungen zeigen indes andere Ergebnisse. Wir hatten ja hier keine Blattwachstums-Förderung verzeichnen können, nur die Stengel wiesen Längenunterschiede auf. Sollten die Untersuchungen aber auch hier von demselben Gesichtspunkt wie bei *Panicum* etc. aus angestellt werden, so kam als einziger für die Wachstumsmodifikation verantwortlich zu machender Pflanzenteil nur der Spross-Vegetationspunkt infrage. Er wurde gerechnet von seinem obersten Ende bis zum nächsten Blatthöcker exklusive.

Das Ergebnis war ein unerwartetes. Die aus Versuch nr. 4 entnommenen zwei Proben zeigten fast völlige Gleichheit bei Versuchs- und Kontrollpflanzen hinsichtlich der Zahl der jedem Schnitt zukommenden Teilungsstadien, bei Versuch nr. 2. hingegen traten Exemplare auf, bei denen trotz eifrigstem Suchen auch nicht eine einzige Teilung ausfindig gemacht werden konnte und zwar bald bei den unter Nor-

mal-, bald bei den unter Versuchsbedingungen stehenden Objekten; deswegen wurden auch nach Möglichkeit mehrere ein und desselben Versuchs geprüft. Es resultierte die Gleichung: Kontrollpfl. : Versuchspfl. = 1 : 0,8 (ohne die Einzelprobe von nr. 3 glatt 1 : 1).

Da jedoch ausserhalb des Vegetationspunktes, mehr stengelabwärts, noch die stärkere Teilung bei den Versuchspflanzen hätte einsetzen können, wurden auch in diesem Falle die axialen Partien des unterhalb des Vegetationspunktes ansetzenden Stengels in Gesichtsfeldbreite durchgezählt, doch musste auch hier völlige Gleichheit, 15 : 14,3 im Mittel, festgestellt werden.

Die nicht unbedeutende Wachstumsbeschleunigung des Stengels von *Lens* kann demnach nicht einer geförderten Kern- und Zellteilung die Entstehung verdanken.

SINAPIS.

Zur weiteren Prüfung dieses Ergebnisses wurde noch *Sinapis* herangezogen. Das Resultat war das nämliche. Bei völlig intaktem Nucleolus war an den gut fixierten und gefärbten Präparaten des Versuchs nr. 2 der Tabelle XII auch nicht ein einziges Teilungsstadium zu entdecken. Die 3 Paralleluntersuchungen von nr. 3 ergaben als Summe für alle durchgezählten Schnitte 14 bzw. 15 Teilungen, welche auf 43 bzw. 35 Schnitte fielen. Das Ergebnis 1 : 1 war somit sicher gestellt.

Nach den bei *Lnes* und *Sinapis* ausgeführten Untersuchungen zu urteilen beruht das verstärkte Stengelwachstum der Dikotyledonen unter verringertem Sauerstoff-Druck nicht auf intensiverer Zellteilung.

Einen kurzen Blick wollen wir noch auf die ökologische Bedeutung dieses Vorganges werfen. Einzelne unsere Frage berührende Angaben sind bei WIELER, der auch die ältere in unser Gebiet fallende Literatur erwähnt hat, gemacht worden; auf sie sei an dieser Stelle verwiesen. WIELER (21) selbst mass dem Umstande, dass in verdünnter Luft die Pflanzen ein gefördertes Wachstum erleiden, eine grosse praktische Bedeutung bei. Er sah darin direkt eine Angassung an die verschiedensten Höhenlagen und eine Gegenwirkung gegen die damit verbandenen ungünstigen Existenzbedingungen wie Klima etc.

Bedenkt man aber, dass die Druckerniedrigung schon eine recht bedeutende sein musste, um die Wachstums-Beschleunigung in die Wege zuleiten, so würde in den allerwenigsten Fällen, nur in ganz beträchtlichen Höhen, eine fördernde Wirkung in Aktion treten können. Vielmehr ist gerade die innerhalb weiter Grenzen bestehende Unabhängigkeit der Pflanzen vom Luft- bzw. Sauerstoffdruck zu beachten, in ihr werden wir zunächst weit eher eine für das Gedeihen und die ungestörte Entwickelung wertvolle Eigenschaft zu erblicken haben, denn welchen Wert könnte es für die Pflanze mit sich bringen, auf jede noch so geringe Schwankung des O-Gehaltes sofort peinlichst reagieren zu müssen? - Eine Erklärung wie die WIELERsche scheint mir daher zum mindesten irreführend, wenn auch die Möglichkeit einer als Nebenerscheinung zu bewertenden schnelleren Entwickelung dahingestellt bleiben mag.

Die eigentliche Bedeutung des fraglichen Prozesses ist in anderer Richtung zu suchen. Es ist bereits hervorgehoben worden, dass wir in ihm ein Regulativ erkennen müssen, wobei jedoch nie vergessen werden darf, dass dies eine ungewöhnliche, in gewisser Hinsicht pathologische Erscheinung ist, eine Anstrengung, eine Abwehrmassnahme des Pflanzenorganismus für die Erhaltung seines Lebens, ähnlich dem schnelleren Pulsieren des menschlichen Blutes im Fieberzustand, das doch auch nicht als Ausfluss eines besonderen Wohlbefindens aufgefasst wird.

Betrachten wir den Vorgang etwas genauer: Der Sauerstoff der die Pflanze umgebenden Luft nimmt mehr und mehr ab, so weit, bis die in der Zeiteinheit gebotenen Mengen nicht mehr genügen, die Atmung nicht mehr unterhalten werden kann. Und das ist das Beachtenswerte, dass nämlich die Herabsetzung der zur Verfügung stehenden Sauerstoff-Menge schliesslich einmal auf die Atmung von Einfluss sein muss (diesbezügl. Literatur-Angaben siehe bei STICH (22)). Zwar ist durch WILSON

festgestellt worden, dass die Wachstumsbeschleunigung in verdünnter Luft keiner Zunahme der Atmung entspricht (23), wie ja überhaupt an ein festes Verhältnis zwischen Wachsen und Atmungstätigkeit nicht zu denken ist, man beachte nur die Umstände bei den oft äusserst energisch atmenden Blüten und Blütenständen. Ein dem WILSONschen ähnliches Ergebnis zeitigten auch die Untersuchungen WIELERs. Dass die überwiegende Mehrzahl aller Pflanzen zu ihrer Existenz unbedingt Sauerstoff braucht und dass bei völligem Fehlen desselben endlich Sistierung der Atmung und damit jeglicher Lebenstätigkeit eintritt, ist lange bekannt. Es fehlt die durch die O-Atmung geschaffene Betriebsenergie, und die Maschine stoppt. Gleich der Transpiration und Assimilation müssen wir in dem chemisch als Verbrennung zu deutenden Atmungsprozess physikalisch ein Diffusionsphänomen erblicken. Die Sauerstoffmolekel prallen an der Zellwand des Pflanzenkörpers an und dringen dank der hohen Partiärpressung leicht ein, selbst eine stark entwickelte Kutikula hindert nicht die zureichende Versorgung der Zellen mit Sauerstoff(24). Nun wird ja bekanntlich die Atmung aber nicht durch den absolut vorhandenen O-Vorrat geregelt, das deutet uns auch die in weiten Grenzen bestehende Unabhängigkeit der Pflanzen von der O-Partiärpressung an, sondern durch gewisse, den Sauerstoffeingriff bewirkende und vermittelnde Enzyme oder nach PFEFFER "Affinitäten", die der Sättigung durch O harren. Diese Stoffe sind stets in gewissen Mengen vorhanden und bewirken, dass bei völligem Mangel an Sauerstoff in der Pflanze vorhandenes Material veratmet wird, dass mit einem Wort "intramolekulare Atmung" eintritt. Bei den den unsrigen entsprechenden Versuchen WIELERs war dies nie der Fall (25), die Luftverdünnung hätte zu diesem Zweck noch weit grösser sein müssen.

Die bei geringem Sauerstoff-Druck in der Wachstumsförderung zutage tretende Erscheinung wäre nun als eine Vergrösserung der Sauerstoff aufnehmenden Oberfläche zu deuten, um die der Sättigung harrenden Affinitäten mit molekularem Sauerstoff versehen zu können und so die zum Bestehen der Pflanze notwendige Atmuns-Intensität aufrecht zu erhalten. Da die Zahl der an der Flächeneinheit anprallenden O-Molekel gesunken ist, denn darin besteht die Herabminderung des Partialdruckes, so muss eben die sie aufnehmende Gesamtfläche vergrössert werden, um den Ausfall wett zu machen, zumal auch noch infolge der geringeren Pressung das Eindringen der O-Molekel in die Zellmembranen erschwert werden mag. Erst im grössten Notfall, bei noch weiter sinkendem Sauerstoff-Gehalt, wird zu dem in seinem Nutzen recht zweifelhaften Mittel der intramolekularen Atmung gegriffen.

Ganz ähnliche diesbezügliche Verhältnisse haben wir übrigens im Tierreich. Es ist bekannt, dass die Bewohner der Gebirge eine höhere Zahl von Blutkörperchen aufzuweisen haben als die des flachen Landes (26), ja, sogar beim Besteigen von Bergen mit verbundenem relativ kurzem Aufenthalt in dünner Luft nimmt ihre Menge automatisch zu. Auch hier vergrössert sich dadurch die Sauerstoff absorbierende Oberfläche, allerdings ist es eine innere. - Gewaltsamer wird derselbe Zweck erreicht durch regere Herztätigkeit, die in der Zeiteinheit grössere Mengen Blutes durch die Lunge treibt, somit ebenfalls eine bedeutendere Fläche mit der Umwelt in Gasaustausch treten lässt, im extremen Fall zur bekannten Bergkrankheit führt.

Wie wir feststellen konnten, wurde diese Flächenvergrösserung bei den untersuchten Monokotylen mittels Förderung des Blattwachstums, das seinerseits auf einer stärkeren Zellteilung beruhte, erreicht. Dass gerade die Blätter es sind, die hierbei bevorzugt werden, oft sogar unter Hintansetzung des Stengelwachstums, ist leicht erklärlich. Um nach Möglichkeit einen Höchsterfolge zu erzielen, werden zweckmässig solche Organe die Förderung geniessen, die für gewöhnlich die bemerkenswerteste Atmungsgrösse aufzuweisen haben, denn bekanntermassen ist diese an Stengeln, Blättern und Blüten wie auch an Exemplaren unterschiedlichen alters nicht die gleiche (schon SAUSSURE (27) hat hierüber berichtet), insbesondere überragt die Atmungsgrösse der Laubblätter die der Wurzel und des Stengels. Deshalb konnte in unserm Fall der angestrebte Erfolg bei einer Vergrösserung der Blattfläche am ehesten erreicht werden.

In den beiden Versuchen mit Linse und Senf trat nur verstärktes Stengelwachstum hervor, und zwar ohne dass intensivere Zellteilung als seine Ursache

identifiziert werden konnte. Bei der Keimlingsnatur der Versuchsobjekte war leider nichts näheres zu erforschen, auch liess die kurze Versuchsdauer keinen Schluss bezüglich einer eventuellen Beeinflussung der ersten Blätter zu. Allein wie bei den ersten drei Objekten so deutete auch hier die stärkere Entfaltung der Kotyledonen bzw. der ersten winzigen Fiderblättchen unter den Versuchsbedingungen darauf hin, dass bei den Pflanzen ein Sauerstoffhunger bestand und sie möglichst viel molekularen Sauerstoff zu erfassen bemüht waren. Die nur auf Schätzung beruhende bei der Linse in 2 b und beim Senf in 1 a bemerkte grössere Zahl der Teilungsstadien der Versuchspflanzen in den zufällig mit vorhandenen Schnitten durch Blatt bzw. Kotyledo soll hier nur ohne jeden Anspruch auf Sicherheit erwähnt werden, möglicherweise ist jedoch das Verhalten der Dikotyledonen nur unter den speziellen durch das Keimlingsstadium gebotenen Bedingungen scheinbar ein von den Monokotyledonen aunterschiedliches. Bei letzteren wurden die ersten Blätter auch auf die Zahl der Spaltöffnungen einer Untersuchung unterworfen, es war zwischen Kontroll- und Versuchspflanzen keine Differenz festzustellen.

Das Gesamtergebnis unserer Untersuchungen wäre in Zusammenfassung:

1. Die unter verändertem Sauerstoff-Druck wachsenden Pflanzen werden in ihren einzelnen Teilen ganz verschieden beeinflusst. Monokotyledonen erleiden unter Hemmung des Stengelwachstums eine Förderung in der Blatt-Entwickelung, die sich bereits nach relativ kurzer Zeit in dem frühen Durchbrechen der gleich der Wurzel nicht beeinflussten Koleoptile kundtut. Bedingt wird diese Wachstumsförderung durch eine in der interkalaren Blatt-Zuwachszone eintretende intensivere Zellteilung.

2. Die Dikotyledonen zeigen im Gegensatz dazu unter geringem Sauerstoff-Druck vor allem beschleunigtes Stengelwachstum, doch rührt dieses nicht von stärkerer Zellteilung her.

3. Alle Versuchsobjekte zeichnen sich durch weitgehende Entfaltung der vorhandenen Blattflächen und zum Teil durch dichtere Behaarung an Stengel und Blatt gegenüber den Kontrollpflanzen aus.

4. Wachstumsbeschleunigung, sei es an Blatt oder Stengel, sowie stärkere Entfaltung sind aufzufassen als eine durch Sauerstoffhunger hervorgerufene pathologische Erscheinung, die auf eine Vergrösserung der am Atmungsprozess beteiligten Oberfläche der Pflanze und damit auf eine Milderung des Sauerstoffmangels hinzielt.

TABELLEN.

Tabelle 1. Panicum miliaceum.

Nr.	Datum	50	100	150	200	Kontr.-Pfl.	Norm Luftdr.	Bemerkungen
1.	6. IX. 21.			0		0	755	Anges. 5.IX.21 Nm. 6h
	7.IX. 11h Vm.			0		0		Abgebr. 9.IX. Vm. 8.30
	" 4,30 Nm.			3		0		Merkel-Fixage.
	8.IX. 11h Vm.			4		0		5 Pfl.
	" 5h Nm.			5		1		
	9.IX. 8,30h Vm.			5		4		

Nr.	Datum	50	100	150	200	Kontr.-Pfl.	Norm Luft-dr.	Bemerkungen
2.	13.IX. 9,30h Vm. 14.IX. 11,30 Vm. 15.IX. 1,30 Nm. 16.IX. 9 Vm.			0 2 3 3		0 0 0 3	748	Anges. 12.IX. Vm. Abgebr. 16.IX. 9h Vm. 5 Pfl.; 25 - 26 mm lang. Bei Kontrollpfl am 16. 1. Blatt nur sehr wenig durch.
3.	19.V. 22. 4h Nm. 20. 10,30 h Vm. 21. 10h Vm.			0 7 8		0 3 8	762	Anfg. 19.V.22. Vm. Abgebr. 21.V. 10h Vm. Die 8 Pflanzen zerfielen in 5 je 15 mm, 3 je 12 mm
4.	23. V. 9,30 Vm. 23. V. 6,30 Nm. 24. V. 9,15 Vm. 24. V.12 Mittags		1 2 3 4	1 3 3 3	3 7 7 7	3 4 6 6	758	Anges. 22.V.22 6h Nm. Abgebr. 24.V. 12 Mitt. 7 Pfl., 20 mm lang.
5.	25.V. 8,30 Vm. 25.V. 7h Nm.	3 6		3 7	7 7	6 7	757	Anges. 24.V.22 Ch Nm. Abgebr. 25.V. 7h Nm. Bei 200 (t=20°u. Nm. 12°) und Kontrollpfl. (Vm. 20,5, Nm. 22,5°) Thermometer. - Bei Kontrollpfl. wurde übersehen, dass bereits b. Ansetz. d. Vers. 1 Blatt durchgebrochen war. - Am 25 war das Hg. ca 4 - 5 cm gefallen, es wurde nachgepumpt. - 7 Pfl. 20 mm lang.

Tabelle 2. Panicum miliaceum.

6.	28.V. 5h Nm.	t21,4 t18,6 4 t19,2 5 t19,5 7		t21,3 t18,5 3 t19,6 4 t19,9 8	760		Anges. 26.V.22 5h Nm. Abgebr. 30.V. 5,30 Nm. 8 Pfl., 13 mm lang
7.	26.V. 4,14 Nm. 27.V. 8,30 Vm. 27.V. 6,15 Nm. 28.V. 8,45 Vm.		0 3 3 3	0 3 4 4	758		Anges. 26.V.21. 10,30 Vm. Abgebr. 23.V. 8,45 Vm. 4 Pfl., 16 - 17 mm lang.
8.	20.VIII. 11h Vm.	0 5 14 14		0 0 3 10	759		Anges. 19.VIII.21. 6h Nm. Abgebr. 23.VIII. 10,30 Vm. 14 Pfl.; 8 mm lang Wurzeln bei Kontrollpfl. länger als 150 mm. Glasplatten!

Nr.	Datum	50	100	150	200	Kontr.-Pfl.	Norm Luft-dr.	Bemerkungen
9.	18.VIII. 9h Vm. 18.VIII. 4,45h Nm.		3 11	4 14		0 5	759	Anges. 17.VIII.21. Abgebr. 18.VIII.4,45 Nm. 14 Pfl., 8 mm lang; Sand!
10.	13.VIII. 15.VIII,	Kein Unterschied zwischen Kontrollpfl. u. Versuchspfl. weder in Behaarung noch Blattlänge.		15	14+)	15	742	Anges. 12.VIII.21.5,30Nm. Abgebr.15.VIII. 2h Nm. 15 Pfl.; 26 mm lang. Sand! Vorher 5,5h in Wasserst. +) 1 Pfl. verkümmert

Tabelle 3. Panicum miliaceum.

	Nr.	50	100	150	200	Kontr-pfl.	Bemerkungen
Stengellänge (Hypokotyl). D. Zahlen d. obersten Horizontalreihe (50-200) geben d. Drucke in mm Hg an, bezogen auf den jeweiligen Barometerstand.	1			17,8		37,2	86h.5Pfl.,25-26mm lg.
	2			28,9		46,3	96h.8Pfl.,12-15mm lg.
	3			12,0		13,3	48h.7Pfl.,20 mm lang.
	4		15,7	14,0	18,6	20,6	42h.7Pfl.,20mm lang.
	5	14,4		14,4	18,4	19,5	25h.8Pfl.,13 mm lang.
	6			10,3		18,9	48h.4Pfl.,16-17mm lg.
	7					27,4	46 Stunden.
Koleoptile.	1			-		-	In Versuch 1-4 ist stets nur d. Koleoptile + Blatt gemessen worden.
	2			-		-	
	3			-		-	
	4			-		-	
	5	7,6		7,6	7,7	8,2	
	6			6,9		7,1	
	7				8,1	7,6	

Tabelle 4. Panicum miliaceum.

Länge des ersten Blattes.	1			5,8		2,8	Bei 7, 7,0 ist der Wert eines Exempl. nicht inbegr., Samen nicht hell, sond. braun gestreift.
	2			4,4		2,1	
	3			5,6		4,4	
	4		1,9	2,0	5,6	3,3	
	5	3,1		3,7	7,1	6,6	
	6			3,7		4,9	
	7				7,0 (5,3)	5,7	
Wurzellänge.	1			80,7		83,0	
	2			-		-	
	3			-		-	
	4		65,8	63,7	80,1	75,3	
	5	42,3		47,9	64,0	58,2	
	6			56,8		81,8	
	7				(57,4) 62,2	57,0	s. oben.

Alle Masse sind in mm angegeben; die Werte sind Mittelwerte.

Tabelle 5. Panicum miliaceum.

Nr.	Pflanzenteil.	1	2	3	4	5	6	7	8	Mittelwert
1,2.	Beim 1. und 2. Versuch wurden keine Messungen notiert.									
	150 mm.									
3.	Hypokotyl	13	13,5	10	11.5	12,5	14,5	13	8	12,0
	Blatt	4,5	7	6,5	4,5	5	6	5,5	5,5	5,6
	Kontrollpflanzen.									
	Hypokotyl	14	15	(3)	12	10	13	15	14	13,3
	Blatt	5	4	(4)	3,5	4	3	7	4	4,4
	100 mm.									
4.	Hypokotyl	20	14,5	16,5	18,5	15	12	13,5		15,7
	Blatt	0	0	0	2	2	5	4		1,9
	Wurzel	65	65	58	69	56,5	74	73		65,8
	150 mm.									
	Hypokotyl	11,5	13	15,5	15	15	13,5	14,5		14
	Blatt	0	0	5	4	5	0	0		2
	Wurzel	59	63	65	70	52	68	69		63,7
	200 mm.									
	Hypokotyl	18	18	20	17	17	20	20		18,6
	Blatt	6,5	6,5	4,5	5	4	7	6		5,6
	Wurzel	75	69	64	89	73	92	99		80,1
	Kontrollpflanzen.									
	Hypokotyl	19	20	19,5	23,5	21	23	18,5		20,6
	Blatt	4,5	3	0	3,5	6	4	2		3,3
	Wurzel	69	72	86	67	87	71	-		75,3
	50 mm.									
5.	Hypokotyl	13,5	15,5	15,5	17	13	12	14		14,4
	Coleoptile	7,5	7,5	8	8	7,5	7	8		7,6
	Blatt	5,5	3	3	3	5	2,5	0		3,1
	Wurzel	41	47,5	42,4	42	47	35	41		42,3
	150 mm.									
	Hypokotyl	14,5	16	13,5	14	12	15,5	15		14,4
	Coleoptile	7	7	7,5	7,5	8	7	7,5		7,4
	Blatt	3,5	1,5	4,5	4	5	4,5	3		3,7
	Wurzel	38	54	52	42	52	50	47		47,9
	200 mm.									
	Hypokotyl	17	18	15	22	21	21	15		18,4
	Coleoptile	8	7	7	7,5	9	7,5	8		7,7
	Blatt	9	6	8	6	6,5	5	9		7,1
	Wurzel	65	62	66	68	73	62	53		64
	Kontrollpflanzen.									
	Hypokotyl	21,5	18,5	17	21	22	18	18,5		19,5
	Coleoptile	8	8	8,5	7	9	9	8		8,2
	Blatt	8	7,5	7	5,5	3	6	9		6,6
	Wurzel	55	58	64	59	53	60	(34±)		58,2

Die Striche unter den Zahlen geben die fixierten Pflanzenteile an. - ±) Wurzelspitze an eines der Hölzchen an den Glasplatten gestossen und im Wachstum zurückgeblieben.

Tabelle 6. Panicum miliaceum.

Nr.	Pflanzenteil.	1	2	3	4	5	6	7	8	Mittelwert
150 mm.										
C.	Hypokotyl	8,5	10,5	8,5	10,5	13,5	7,5	11	9,5	10,3
	Coleoptile	7	7,5	7	6	7,5	7	7	6,5	6,9
	Blatt	6,5	0	6	2,5	2,5	3,5	4	4,5	3,7
	Wurzel	68,5	55	62	54	55	+	45	58	56,8
Kontrollpflanzen.										
	Hypokotyl	20	16	18	17	19,5	19,5	23,5	18	18,9
	Coleoptile	7,5	8	7	6,5	6,5	7,5	7	7	7,1
	Blatt	6	5,5	4	4,5	5,5	5	3	6	4,9
	Wurzel	73	86	77	67	82	95	77	91,5	81,8
200 mm.										
7.	Hypokotyl	23	22	27	20					23
	Coleoptile	8	8	8,5	8					8,1
	Blatt	8	6	7	0					7
	Wurzel	60	68	59	44±					62,3
Kontrollpflanzen.										
	Hypokotyl	27	27,5	28,5	26,5					27,4
	Coleoptile	8	8	7	7,5					7,6
	Blatt	6,5	5	5,5	6,5					5,7
	Wurzel	(42)§	54	55	61					57

+ Die Wurzel war etwa nur 3 mm lang; bei Aufstellung des Mittels wurde 6 nicht berücksichtigt. - ± cf. Anm. Tab. 4 bei nr. 7. - § Wurzel an ein Hölzchen angestossen und verkümmert."

Tabelle 7. Phalaris canariensis.

Nr.	Datum	100	150	200	250	300	Kontr.-pfl.	norm. Luftdruck	? gelüft.	Bemerkungen
1	9.V.21.	0 9 12	4 12 12	2 12 12			0 11 12	751		Anges.8.V.21 Abgebr.11.V.21 Sand! Optimale wirkung bei 150 mm.
2	4.IX.12,30h Nm.		7 11		8 11		0 7	757		Anges.3.IX.21 4h Nm., Abgebr. 5.IX. Nm.-11 Pfl. 20 mm lang. - Glasplatten!
3.	6.VII. 9h Vm.		t=23,4 1		1		t=23,6 1	754		Anges. 5.VII.22. 2,30 Nm. Abgebr. 9.VII. 10,30 Vm. 11 Pfl., 25 mm lang u. 5 Tg. alt. Hypokotyl oft nur wenig sichtbar, aber
	6.VII. 2,30 Nm.		t=25° 4		2		t=25,5 2			
	7.VII. 11h Vm.		t=23,4 9		5		t=23,3 7		abg. gel.	
	7.VII. 3,30h Nm.		t=22,2 10		5		t=22° 9		gel.	

Nr.	Datum	100	150	200	250.	300	Kon-tr.-pfl.	norm Luft druck	? ge-lüft.	Bemerkungen
				t=19,8			t=20			
	8.VII. 9,45 h Vm.			11		10	10			am Knoten Würzel-
				t=20,8			t=21,3			chen, bes. bei
	9.VII. 10,30 h Vm			11		10	11			200 mm.
4.	25.VII. 1 h Nm.			9			5	746		Anges. 24.VII.22
	25.VII. 5 h Nm.			12			7		gel.	1,30 Nm; abgebr.
	26.VII. 2 h Nm.			13			8			26.VII. 2h Vm.-
										13 Pfl., 32 - 37
										mm lang.
5.	26.VII. 10,30 Vm.			0			0	753		Anges. 26.VII.22.
	26.VII. 5,30 Nm.			0			0		gel.	2,30 Vm.; abgebr.
	27.VII. 10,30 Vm.			4			0			28.VII, 5,30 Nm.
	27.VII. 5,30 Nm.			5			2			10 Pfl. 20 mm.
	28.VII. 9,30 Vm.			10			8			Hier ist der Wür-
	28.VII. 5,30 Nm.			10			9			zelchenansatz bes.
										bei d. Kontroll-
										pfl. zu bemerken.
6.	31.VII. 10,45 Vm.			0			0	757		Anges. 30.VII.22.
	31.VII. 5 h Nm.			3			1		gel.	4h Nm.; abgebr.1.
	1.VIII. 10h Vm.			8			8			VIII. 7,15 Nm. 8
	1.VIII. 7,15 Nm.			8			8			Pfl.; 20-22 mm
										lang.

Tabelle 8. Phalaris canariensis.

Nr.	Pflanz. teil.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Mittel wert
200	*mm.*														
4.	Blatt	10	7	14	33	15	18	13	23	15	7	15	21	11	15,5
Kontrollpflanzen.															
	Blatt	6	23	0	0	25	11	31	0	10	0	18	1	8	10,2
200	*mm.*														
5.	Wurzel	91	85	10+	102	88	85	104	93	90	82				91,1
	Hypokot.	0,5	0	3,5	0	0	0	0,5	0	0,5	0				0,5
	Coleopt.	44	39	43	42	43	36	39	41	41	39				40,7
	Blatt	17	32	14	26	36	33	18	18	12	32				23,8
Kontrollpflanzen.															
	Wurzel	108	77	99	92	87	104	110	100	60	77				91,4
	Hypokot.	3,5	1	3	3	4	6	6	3	2	5				3,7
	Coleopt.	42	48	46	40	43	45	45	42	42	44				43,7
	Blatt	19	16	11	14	9	19	18	0	17	3				12,6
200	*mm.*														
6.	Wurzel	83	56	88	100	88	100	93	87						87
	Hypokot.	0	0	0	0	0	0	0	0						0
	Coleopt.	40	39	35	36	36	32	41	31						36,3
	Blatt	27	19	22	30	25	30	24	27						25,5

Nr.	Pflanz. teil.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Mittel wert
6 cont. *Kontrollpflanzen.*															
	Wurzel	83	88	88	64	70	50	58	54						72
	Hypokot.	0	0	0	0	0	1	0	0						0,125
	Coleopt.	36	37	40	35	38	40	34	38						37,3
	Blatt	26	17	14	15	11	10	21	21						17

Tabelle 9. Hordeum.

Nr.	Datum	150	200	250	Kontr.-pffl.	-Normal. Luftdr.	Bemerkungen
1.	29.VIII.2,30Nm	3	3		2	757	Anges. 28.VIII.22. 3,15 Nm. Abgebr. 31.VIII. 7 Vm. 3 Pfl.; 25-28 mm lang. 3 Tg. alt. Am 30. bie 150 u. 200 mm bereits grosser Unterschied gegenüber d. Kontr. bezügl. Blattlänge.
	30.VIII.10,15V.	3	3		3		
	31.VIII.7h Vm.	3	3		3		
2.	1.IX. 10h Vm	8		8	6	751	Anges. 31.VIII.22. 5,30 Nm. Abgebr. 2.IX.22 9h Vm.- 8 Pfl., 25-30 mm lang.
	2.IX. 9h Vm.	8		8	8		
3.	4.IX. 10h Vm.	5			3	751	Anges. 3.IX.22 6,30 Nm. Abgebr. 6.IX. 2,30 Nm. 5 Pfl., 30-35 mm lang. - Am 4.IX. Vm. gelüftet.
	4.IX. 8,30 Nm.	5			4		
	5.IX. 2,15 Nm.	5			5		
	6.IX. 2,30 Nm.	5			5		

Tabelle 10. Hordeum.

Nr.	Pfl.-Teil	1	2	3	4	5	6	7	8	Mittelw.	Bemerkungen
150 mm.											
1.	Blatt	67	79	61						69	Wurzeln wurden nicht gemessen, da an jedem Keimling eine grosse Zahl vorhanden.
	Coleopt.	35	34	30						33	
200 mm.											
	Blatt	71	64	47						61	
	Coleopt.	38	34	33						35	
Kontrollpflanzen.											
	Blatt	53	21	40						38	
	Coleopt.	32	30	33						32	
150 mm.											
2.	Blatt	36	37	31	28	36	30	36	33	33	
	Coleopt.	32	36	31	31	30	28	33	31	31,5	
250 mm.											
	Blatt	38	31	35	29	38	47	37	36	36	
	Coleopt.	34	25	27	30	30	35	32	40	31,6	
Kontrollpflanzen.											
	Blatt	22+	27	31	11	25	15	43	34	28	+Blatt an der Spitze angekränkelt
	Coleopt.	33	30	33	32	35	28	33	31	31,9	

Nr.	Pfl.-Teil	1	2	3	4	5	6	7	8	Mittelw.	Bemerkungen
150 mm.											
3.	Blatt	53	77	70	65	41				61	
	Coleopt.	34	37	31	37	31				34	
Kontrollpflanzen.											
	Blatt	73.	72	45	34	51				55	
	Coleopt.	38	40	43	41	34				39	

Tabelle 11. Lens esculenta.

Nr	Pfl.-Teil.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Mittelwert	Norm. Luft Druck	Bemerk.
200 mm.													751	Anges.28. Vi.22 5h Nm., abgebr. 30.Vi. 2,45Nm. - 9 Pfl.,50 mm lg. Wurzeln.Stengel gleich. Am 29. Nm. gelüftet. + an Spitze krank.
1.	Wurzel	90	63	70	76	78	83	65+	71	85		77		
	Stengel	32	42	23	40	37	31	26	33	34		34		
300 mm.														
	Wurzel	75	64	64	80	89	87	64	72	79		75		
	Stengel	18	14	15	16	14	30	11	19	19		17,3		
Kontrollpflanzen.														
	Wurzel	67	82	83	80	81	99	87	92	96		85,2		
	Stengel	20	31	8	17	17	22	25	11	23		19,3		
200 mm.														
2.	Stengel a	20	23	26	24	20	21	30	19	21	20	22,4		Anges.2.VII 3,30Nm; abgebr.5.VII 12,30Nm. 10 Pfl.Stengel 5mm lg. Stengelst.a vom Samen bis 1. Niederbl., b von dort b. Spitze.
	Stengel b	14	21	14	8	16	22	16	20	27	9	16,7		
												39,1		
Kontrollpflanzen I.														
	Stengel a	13	12	12	17	12	14	14	12	13	13	13,2		
	Stengel b	18	9	5	12	20	15	10	16	6	6	11,7		
												24,9		
Kontrollpflanzen II.														
	Stengel a	14	20	18	14	14	12	12	20	16	15	15,7		
	Stengel b	4	7	13	4	14	22	9	12	15	6	10,6		
												26,3		
200 mm.														
3.	Stengel a	22	20	18	16	37	15	32				23		Anges.9.VII 11h Vm,abgebr. 13.Vii 22, Nm.5h. 7 Pfl.25 mm lg. Steng. Teil b vom 1-2 Niederblatt.
	Stengel b	33	30	31	40	37	26	38				33,6		
	Stengel c	17	45	25	27	13	66	33				32		
												88,6		
Kontrollpflanzen.														
	Stengel a	16	14	17	34	18	17	13				18,4		
	Stengel b	17	17	26	40	20	39	22				26		
	Stengel c	37	36	34	--	40	23	32				29		
												73,4		

Tabelle 12. Sinapis alba.

Nr.	Pfl.-Teil	1	2	3	4	5	6	7	8	Mittwert	Norm. Luftdruck	Bemerkungen.
200 mm.												
1.	Wurzel	81	95	86	55+	69+	93	106	-+	92	758	Anges. 26.V.22.10,
	Stengel	35,5	45	39,5	47	44	40	46	36	41,2		30 Vm; abgebr. 28.
Kontrollpflanzen.												V. 8,45 Vm. 8 Pfl.
	Wurzel	82	50§	64	78	108	74	98	60	80,6		17 mm lg. - +
	Stengel	35	43	25,5	33,5	36	36	29	40	33,6		krank; § am Holz angestossen.
350 mm.												
2.	Wurzel	61	127	68	72	108	85	102		89	752	Anges. 15.VI.22 9h
	Stengel	30	36	36	34	29	33	35		33,3		Nm; Abgebr. 16.VI.
Kontrollpflanzen.												5,30 Nm. 7 Pfl. 20
	Wurzel	86	82	100	40+	71	80	46+		84		mm lang. - + krank
	Stengel	29	26	27	28	25	24	37		26,2		und verkrüppelt
250 mm.												
3.	Stengel	38	34	35	51	35	44	33		39	759	Anges. 7.IX.22 2h
Kontrollpflanzen.												Vm; Abgebr. 9.IX.
	Stengel	28	32	18	22	22	21	20		23		7h Vm. 7 Pfl. 4 =
												12, 3= 20 mm lang

Unterstrichene Zahlen = fixierte Objekte.

Tabelle 13 a. Panicum miliaceum.

Nr.	Stengel	Coleoptile	Blatt	Wurzel	Bemerkungen
1	1 : 0,48	-	1 : 2,1	1 : 0,97	Bei d. Aufstellg.
2	1 : 0,62	-	1 : 2,1	-	d. Verh. Kontr.:
3	1 : 0,90	-	1 : 1,3	-	Versuchspfl. sind
4	1 : 0,90	-	1 : 1,7	1 : 1,06	d. f. erstere sich
5	1 : 0,94	1 : 0,94	1 : 1,1	1 : 1,10	erg. Werte = 1
6	1 : 0,54	1 : 0,97	1 : 0,8	1 : 0,70	gesetzt worden.
7	1 : 0,84	1 : 1,06	1 : 1,2	1 : 1,10	
Mittelw.	1 : 0,75	1 : 0,99	1 : 1,5	1 : 0,99	

Tabelle 13 b. Phalaris canariensis.

4	-	-	1 : 1,5	-
5	1 : 0,14	1 : 0,93	1 : 1,9	1 : 1
6	1 : 1	1 : 0,97	1 : 1,5	1 : 1,2
Mittelw.	1 : 0,57	1 : 0,95	1 : 1,63	1 : 1,1

Tabelle 14.

Nr.	Hordeum		Lens	Sinapis	
	Coleoptile	Blatt	Stengel	Stengel	Wurzel
1	1 : 1	1 : 1,8	1 : 1,76	1 : 1,23	1 : 1,14
2	1 1	1 : 1,3	1 : 1,60	1 : 1,3	1 : 1,06
3	1 0,9	1 : 1,1	1 : 1,20	1 : 1,7	-
Mittelw.	1 : 0,97	1 : 1,4	1 : 1,52	1 : 1,41	1 : 1,1

Vers. nr.	1		2		3		4		5		Bemerkungen
Schnitt nr.	Kontr pfl.	Vers. pfl. 100mm	Kontr pfl.	Vers. pfl. 150mm	Kontr pfl.	Vers pfl. 150mm	Kontr pfl.	Vers. pfl. 150mm	Kontr pfl.	Vers. pfl. 150mm	
1	12	66	3	11	5	28	5	7	3	20	Versuche 2-4 aus
2	13	58	4	15	6	19	6	7	3	16	d. Schicht d. Me-
3	6	59	4	15	8	25	6	8	3	19	dianschnittes 3
4	6	44	10	19	4	22	3	11	11	19	genommen.-Bei Vers
5	4	65			4	36	7	11	6	20	1 liegen d. Schn.
6									12	21	mehr tangential.
7									10	19	Bei Vers.5 wurde
8									7	21	von tangent. Schn.
9									6	23	ausgegangen, bis
10									14	22	an Medianschn.
11									11	16	heran & noch 2
12									19	16	Schnitte weiter.
13									21	20	
Sa.	41	292	21	60	27	130	27	44	126	252	Bei Aufstellung
Mittel	8,02	58,4	5,25	15,0	5,4	26,0	5,4	8,8	9,7	19,3	d. Verh. ist d.
Verh.	1 : 7		1 : 5		1 : 5		1 : 1,6		1 : 2		Zahl d. Kontr. pfl.=1 gesetzt u. dann Kontr.pfl.: Versuchspfl. gebildet worden.

Tabelle 16. Panicum miliaceum.

Versuchspfl. bei 150 mm. Medianschn. Die beiden äussersten Durchschn. durch das 1. Blatt von der Ansatzstelle 1 mm aufwärts untersucht. 5 µ.

Kontrollpflanze.						Versuchspflanze				
Nr.	Proph.	Metaph.	Anaph.	Telep.	Sa.	Proph.	Metap.	Anaph.	Telep.	Summa
1	2	5		3	10	10	5	1	10	26
2	3	4		5	12	14	9	2	9	34
3	4	4		4	12	13	6	3	12	34
4	4	7	1	4	16	6	7	2	9	24
					Sa.50					Sa.118
	Mittelwert: 12,5				1 : 2,4	Mittelwert: 29,5				
1	4			1	5	8	3	1	4	16
2	3	1			4	6	3	2	1	12
3	3			2	5	4	2		3	9
4	6			2	8	6	2	3	6	17
5	3	1		2	6	5	6		1	12
6	2	1			3	6	3		3	12
					Sa.31					Sa. 78
	Mittelwert: 5,1				1 : 2,5	Mittelwert: 13				

Von medianen Schnitten nach aussen zu. 1 mm. 5 µ. Versuchspfl. bei 200 mm.

1	9	1		5	15	13	3	2	3	21
2	10	2		3	15	8	2	1	3	14
3	8		1	7	16	3	8		1	12
					Sa.46					Sa. 47
	Mittelwert: 15,3					Mittelwert: 16.				

Vom Medianschnitt nach aussen zu. 1,5 mm. 5 µ. Versuchspflanze bei 200 mm

Tabelle 17. Phalaris canariensis.

	Kontrollpflanze.					Versuchspflanze				
Nr.	Proph.	Metaph.	Anaph.	Telep.	Sa.	Proph.	Metap.	Anaph.	Telep.	Summa
1	66	30	7	7	110	114	12	9	13	148
2	78	20	8	7	113	85	21	16	18	140
	Mittelwert: 112				Sa 223	Mittelwert: 144.				Sa288

1 : 1,2

Die Reihenfolge der Untersuchungen entspricht der der Versuche in Tabelle 8, also 1. entspr. 4 u.s.w.- Der untersuchte Streifen hatte die Breite des Gesichtsfeldes. 1 mm weit untersucht.

1	58	15	1	13	87	73	16	5	27	121
2	69	8	1	9	87	81	22	6	23	132
3	63	17	1	11	92	61	18	9	13	101
	Mittelwert: 89				Sa.266	Mittelwert: 118				Sa 354

1 : 1,33

Es wurden 3 tangentiale Schnitte untersucht; der Vegetationspunkt erschien in Schnitt nr. 7 auf dem Bild. - 5 µ. - Untersuchte Strecke 1 mm.

1 (9)	41	13	6	7	67	46	11	3	6	66
2 (10)	37	9	7	11	64	50	12	3	12	77
3 (11)	32	11	4	10	57	61	11		15	87
4 (12)	30	4	2	4	40	50	12		11	73
	Mittelwert: 57				Sa.228	Mittelwert: 76				Sa.303

1 : 1,33

Vom 3., den Veg.-Punkt enthaltenden Schnitt an untersucht. Die Zahlen in Klammern geben die obiger Tabelle entsprechenden fortlaufenden Schnittnummern.

Tabelle 18. Phalaris canariensis.

1	30	15	3	14	62	32	12	1	13	58
2	24	17		21	62	34	14	1	21	70
3	29	11	1	15	56	30	15	2	24	71
	Mittelwert: 60				Sa180	Mittelwert: 66				Sa.199

1 : 1,1

Schnitte durch den Vegetationspunkt untersucht. 5 µ. Untersuchte Strecke 1 mm

1	46	9	3	18	76	47	21	2	17	87
2	40	10		23	73	45	15	2	11	73
3	42	14		10	66	43	19	2	17	81
	Mittelwert: 72				Sa.215	Mittelwert: 80				Sa.241

1 : 1,1

Auch eine Untersuchung mehr tangentialer Schnitt, bei 2 erschien der Vegetationspunkt gerade im Bild, ergibt das gleiche Resultat.

1	20	12		7	39	26	10	2	5	43
2	14	8		3	25	32	8	3	11	54
3	22	7	1	3	33	27	9	1	12	49
4	18	7	1	2	28	37	13	1	10	61
5	20	2	2	7	31	27	12	1	2	42
6	12	7	1	4	24	25	5	3	6	39
	Mittelwert: 30				Sa.180	Mittelwert: 48				Sa.288

1 : 1,6.

Vom 6. Schnitt durch d. Veg.-Punkt incl. wurde untersucht u. zwar nur die eine Seite des getroffenen Blattes in Länge von 1 mm. - 5 µ.

Tabelle 19. Hordeum.

Kontrollpflanze.						Versuchspflanze				
Nr.	Proph.	Metaph.	Anaph.	Telep.	Sa.	Proph.	Metap.	Anaph.	Telep.	Summa
1	3	3	1	2	9	16	25		2	43
2	8	8	1	1	18	11	15		1	27
3	3	3	3	3	12	12	23		2	37
4	5	10	1	1	17	7	25			32
5	5	12	3	2	22	9	24		1	34
6	5	15			20	10	18		2	30
	Mittelwert: 16,2				Sa.98	Mittelwert: 34				Sa.203
					1 : 2					
1	18	16	1		35	22	24	5	5	56
2	5	17	2	2	26	17	21	9	4	51
3	6	8		3	17	30	17	4	6	57
4	7	9	1	2	19	19	16		5	40
	Mittelwert: 24				Sa.97	Mittelwert: 51				Sa.204
					1 : 2.					

Gebiet des Veg.-Punkts vom 6. Schnitt durch denselben ab untersucht. 10 µ. - Zahl der Schnitte durch den Veg.-Punkt bei Kontrollpfl. = 27, bei Versuchspfl. = 25. Untersuchte Strecke 1 mm. - Auch hier ist die Reihenfolge der Tab. 10 eingehalten.

Tangentiale Schnitte nahe der Zone des Vegetationspunktes untersucht. 10 µ. Untersuchte Strecke 1 mm.

Tabelle 20. Hordeum.

1	1	1			2	4	4	2	2	12
2	1	2			3	5	7	1	2	15
3		6		1	7	5	2		1	8
4	4	5			9	5	3	4	2	14
	Mittelwert: 5,2				Sa.21	Mittelwert: 15,5				Sa. 49
					1 : 2,2					

Gebiet des Veget.-Punktes. Nur die eine Seite des getroffenen Blattes in Länge von 1 mm geprüft. 5 µ. - Bei den Kontrollpfl. wurde noch ein 5. Schnitt untersucht, da ein ev. Steigen der Zahl der Teilungsstadien möglich, Ergebnis für nr. 5 = 8 Teilungen.

Tabelle 21, 22. Lens esculenta.

1					0					0
2					0	1				1
3				1	1		1			1
4	1				1	1				1
5	2		1		3	2			1	3
6	1				1	3	2	2		7
7	2	1	1		3	3		1		4
8	4	2			6	1				1
9	1	1			3	4				4
10		4			4	1.	2	1		4
11	4		1		5	1	2		1	4
12	6				6	3	1			4
13	4	2	2		8	2	1			3
14	6				6	3	2			5
15	6				7	5	1		1	7

	Kontrollpflanze.					Versuchspflanze				
Nr.	Proph.	Metaph.	Anaph.	Telep.	Sa.	Proph.	Metap.	Anaph.	Telep.	Summa
16	7	1	1		9	3				3
17	5		1	1	7	7	1			8
18	5			1	6	6	1			7
19	4				4	5	2	1	1	9
20	3	1			4	2	2			4
21	3	1	1		5	3				3
22	4		1	1	6	9		1		10
23	2	1		1	4	2	1	1		4
24	5		1	1	7	1		1		2
25	1	3	1		5	3	1			4
26		2		1	3	3	2			5
27	3				3	1	3			4
28	2	2	1		5	2	1			3
29	Schnitt zusammengeschoben					4		1		5
30	2	1			3					Sa,120
31		1			1					
32		1			1					
33	1				1					
34	4	1			5					
35	1	1			2					
36					0					
	Mittelwert: 4.				Sa.135					

Mittelwert: 4.
4 : 4 = 1 : 1.

Bei den Versuchspflanzen fehlten zum Schluss einige Schnitte beim Präparat.

Tabelle 23, 24. Lens esculenta.

1					0					0
2	1				1	1				1
3			1		1	5	1	1		7
4	1	1			2	4	1	2		7
5	1				1	5				5
6	4	1			5	4		1	1	6
7	3	1			4	4	2	1		7
8	3				3	5	1		1	7
9	4	1			5	2	1	2		5
10	5	2	1		8	3	2	2		7
11	3	3			6	1	2	1		4
12	4				4	1	4			5
13	6				6	3	2			5
14	5				5	3				3
15	5				5	1	2	1		4
16	4	4	1		9	3	4	2	2	11
17	Schnitt faltig				-	1	3	1		5
18	Schnitt faltig				-	3	1	2		6
19	2	1			3	2	4	2		8
20	Schnitt gefaltet				-	1	4	2		7
21	5	2	2		9	3	1			4
22	7	2			9	2	2	2		6
23	3	4			7	4	5			9
24	3	4	1		8	3	1	3		7
25	3	2			5	3	1	1		5
26	4	1			5	3	4	3		10
27	1	3			4	2	2	2		6
28					0	4	4			8
					Sa. 115					

Kontrollpflanze.						Versuchspflanze				
Nr.	Proph.	Metaph.	Anaph.	Telep.	Sa.	Proph.	Metap.	Anaph.	Telep.	Summa
29						6	1	2		10
30						5		2		7
31						2				2
32						1		2		3
33						2	1	1		4
34						1	1		1	3
35						3				3
										Sa. 197
	Mittelwert: 4,6				Sa. 115		Mittelwert: 5,5			

4,6 : 5,5 = 1 : 1,2

Tabelle 25 u. 26. Lens esculenta.

1	1	2			3					0
2		1			1		1			1
3	1	2	2		5	2				2
4	1	2	2		5	1	1			2
5	4			2	6	1				1
6	4	2		1	7	6	1		1	8
7	4			1	5	7				7
8	3	2		1	6	5	4		1	10
9	5	2			7	7	4			11
10	5	4	1		10	6	3	1		10
11	6	2	1		9	2		3	1	6
12	5		1		6	1				1
13					0	3	1			4
14	4	3	1		8	4	2			6
15	4	2			6		2			2
16	3	3			6					0
17	4		1		5	5	1			6
18	5	1			6	3	1			4
19	4	3			7	4	2			6
20	9	1	1		11	2	1			3
21	3	1			4	4				4
22	3				3	2	2		1	5
23	5				5	3				3
24	3				3	2			1	3
25	3				3	2				2
26	2	1			3		Mittelwert 4,3			Sa.107
	Mittelwert 5,4				Sa.140					

a. Kontrollpflanzen: Alle durch den Vegetationspunkt gelegten Schnitte untersucht. 5 µ. - Die Prüfung der dazugeörigen Versuchspflanzen stellte den gänzlichen Mangel von Teilungsstadien im Vegetationspunkt fest. Bei den letzten 24 Schnitten fanden sich einige an den getroffenen Blatteilen vor. - Material gut fixiert und gefärbt (rot und blau scharf in ihrem Tinktionsvermögen der einzelnen Zellteile geschieden).
Also: 5,4 : 0.

b. Versuchspflanzen: Alle durch den Vegetationspunkt gelegten Schnitte sind gezählt worden. Bei den ersten 5 Schnitten waren die Pro phasestadien bes. schlecht zu erkennen. - 5 µ. - Die Prüfung der Kontrollpflanzen gab nicht ein einziges Teilungsstadium in 31 gut fixierten und gefärbten Schnitten. Also: 0 : 4,3.

Tabelle 27 a. Lens esculenta. Kontrollpflanze.

Kontrollpflanze.						Versuchspflanze				
Nr.	Proph.	Metaph.	Anaph.	Telep.	Sa.	Proph.	Metap.	Anaph.	Telep.	Summa
1	1				1					
2	1	1			2					
3	5				5					
4	1	3			4					
5	3	1			4					
6	5	1	1	1	8					
	Mittelwert : 4.				Sa.24					

Die ersten 6 Schnitte durch den Vegetationspunkt sind untersucht. 5 µ. - Bei den Versuchspflanzen nicht eine Teilung zu finden. Also: 4 : 0.

Tabelle 27 b. Lens esculenta. Stengel.

1	9	7			16	7	7	1		15
2	9	6	1		16	7	6	5	1	19
3	7	4	1		12	4	4	1	1	10
4	5	9	1		15	8	4	1		13
5	9	5	3		17	6	5	2		13
6	10	4			14	8	3	4	1	16
	Mittelwert: 15.				Sa. 90	Mittelwert: 14,3				Sa.86

1 : 1

Vom 5. Schnitt durch den Vegetationspunkt an untersucht und zwar den Stengel vom Vegetationspunkt exclusive abwärts in einer Breite, die dem des Vegetationspunktes gleich war. Länge der untersuchten Strecke = 1 mm. - 5 µ.

Tabelle 28 a. Sinapis.

Alle Schnitte	1	1	2	12	12

Alle Schnitte durch den Vegetationspunkt untersucht. - Zahl der Schnitte : Kontrollpflanzen: 17; Versuchspflanzen: 14. - Rein schätzungsweise schienen die getroffenen Blätter von der Versuchspflanze in regerer Teilung zu sein als die der Kontrollpflanze.

Tabelle 28 b. Sinapis.

Alle Schnitte	1	9	10	0

Zahl der Schnitte: Kontrollpflanze:11; Versuchspflanze: 11. - 10 µ.

Tabelle 28 c. Sinapis.

Alle Schnitte	1	1	2	3	3

Zahl der Schnitte: Kontrollpfl. = 15; Versuchspfl. = 10; 10 µ.

Kontrollpflanzen: Summe aller Teilungsstadien 28 a - c = 14;
Versuchspflanzen " " " " " = 15; = ± 1 : 1.

LITERATUR-VERWEISE.

(1) WIELER, Die Beeinflussung des Wachsens durch verminderte Partialpressung des Sauerstoffs, in PFEFFER, Unters. Bot. Inst. Tübingen I, p. 189 - 192 und die dort angegebene Literatur. - (2) DÖBEREINER, Experiences sur la germination dans l'air condensé ou rarifié, in GILBERTs Annalen LXXII (1822). - (3) BERT, La pression barometrique, Recherches de physiologie expérimentale. Paris 1878. - (4) BERT, l.c. p. 583 ff. - (5) WIELER, l.c. p. 194. - (6) WIELER, l.c. p. 206 ff. - (7) WIELER, l.c. p. 225. - (8) WUND, Feststellung der Kardinalpunkte der Sauerstoff-Konzentration für Sporenkeimung und Sporenbildung etc. Diss. Marburg 1906. - (9) JENTYS, Über den Einfluss hoher Sauerstoffpressungen auf das Wachszum der Pflanzen, in Unters. Bot. Inst, Tübingen 1886-88, II, p. 455 - 456. - (10) JACCARD, Influence de la pression des gaz sur le developpement des végétaux in Rev. Gen. de Bot. I (1893). - (11) JACCARD, l.c. p. 290. - (12) JACCARD, l.c. p. 291. - (13) JACCARD, l.c. p. 354. - (14) JENTYS, l.c. p. 455. - (15) JACCARD, l.c. p. 383. - (16) WIELER, l.c. p. 214 ff. - (17) JACCARD, l.c. p. 298. - (18) WIELER, l.c. p. 203 und 215. - (19) LUNDEGARDH in COHNs Beitr. 1912. - (20) G. KARSTEN, Über embryonales Wachstum und seine Tagesperiode in Zeitschr. f. Bot. 1913, p. 6. - (21) WIELER, l.c. p. 226. - (22) STICH, die Atmung der Pflanzen bei verminderter Sauerstoffpressung und bei Verletzungen, in Flora 1891. - (23) WIELER, l.c. p. 225. - (24) PFEFFER, Pflanzenphysiologie, 2. ed. p. 167. - (25) WIELER, l.c. p. 220 - 223. - (26) SCHENK und GÜRBER, Physiologie des Menschen (1917) p. 51. - (27) JOST, Pflanzenphysiologie, 3. ed. (1913) p. 252.

Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Blattes auf Grund volumetrischer Messungen.

Von HERMANN BUDDE (Kiel).

I. EINLEITUNG.

Bei den nicht gerade zahlreichen Versuchen, die Grösse und die Grössenverhältnisse von Zellen und Zellbestandteilen zu bestimmen, beschränkte man sich meistens auf die am ebenen Schnittbild des Mikroskopes messbaren Flächen- und linearen Dimensionen. Da es sich aber um die Messung von Körpern handelt, wenn auch von solchen kleinster Ausdehnung, so sollten stets die räumlichen Masse bestimmt und berechnet werden. Flächen- und lineare Messungen werden häufig zu Fehlschlüssen führen, denn gleichen Flächen im Gesichtsfelde des Mikroskopes können Körper von sehr verschiedenen Volumina entsprechen. Ein Beispiel mag dies erläutern: Man denke sich nebeneinander Kugel, runde Scheibe, Rotationsellipsoid und Zylinder. Alle erscheinen uns als Kreisfläche, wenn die Ebene der runden Scheibe senkrecht zur Richtung der Sehstrahlen steht, und wenn die Axe des Rotationsellipsoides u. des Zylinders mit der Richtung der Sehstrahlen zusammenfällt. Sind nun die Kreisflächen inhaltsgleich, so ist man bei alleiniger Berücksichtigung des ebenen Bildes versucht, diesen verschiedenen Körpern ein gleiches Volumen zuzusprecehn. So führt Unkenntnis der Tiefendimensionen zu Fehlschlüssen. Auf wirkliche Verhältniss übergehend, sei an dem bekannten Bilde des Bonner Lehrbuches gezeigt, wie sich Volumen-, Flächen- und lineare Bestimmung unterscheiden (vergl. Tabellen 1 und 2 auf der folgenden Seite).

Tabelle 1.

Bonner Lehrbuch 13. ed., Seite 9, Bild 2. Embryonale Zelle aus der Wurzelspitze des Hafers. - Die Zelle darf als würfelförmig angenommen werden. Kern und Kernkörperchen sind Kugeln.

	Kernkörperchen	Kern	Zelle	Verhältnis
a. eine Dimension gemessen	3,5 mm	12 mm	22 mm	1 : 3,4 : 6,3
b. zwei Dimensionen gemessen	9,6 mm^2	113 mm^2	484 mm^2	1 : 11,7 : 50,4
c. Volumenbestimmung	22,4 mm^3	925 mm^3	10648 mm^3	1 : 41,2 : 475

Tabelle 2.

Bild 3 B. Ausgewachsene Zelle. Kern ein Rotationsellipsoid. Die Tiefendimension der Zelle als 24 mm angenommen.

	Kernkörperchen	Kern	Zelle	Verhältnis
a. eine Dimension gemessen	2 mm	5 mm	24 mm	1 : 2,5 : 12
b. zwei Dimensionen gemessen (Flächenbestimmung).	3,14 mm^2	55 mm^2	1752 mm^2	1 : 17,5 : 557
c. Volumenbestimmung	4,18 mm^3	513 mm^3	42048 mm^3	1 : 122 : 10059

Ergänzend zu c seien noch die Volumina von Zellmembran, Cytoplasma und Saftraum berechnet. Es ergeben sich folgende Werte: Membranvolumen = 2790 mm^3. Vom Zellvolumen (42048 mm^3) entfällt also rund 6% auf das Membranvolumen und damit 94% auf das Zellvolumen ohne Membran. Innerhalb dieses letzteren besteht die nachstehende Verteilung: Kernvolumen (513 mm^3) = 1,3%, Cytoplasmavolumen (9390 mm^3) = 23,9%, Saftraumvolumen (29355 mm^3) = 74,8%.

Alle Zahlen der beiden Tabellen zeigen mit grosser Deutlichkeit, dass Fehler oder wenigstens Ungenauigkeiten entstehen müssen, wenn aus Flächen- und linearen Messungen, die am mikroskopischen Bilde vorgenommen wurden, Schlüsse gezogen werden, die Kenntnis der Volumina verlangen. Von den ergänzend zu c berechneten Volumina vermögen uns das mikroskopische Schnittbild und eine einfache Messung auch nicht einmal eine annähernde Vorstellung zu geben.

Welches sind Wert und Zweck derartiger Messungen? Sie werden angestellt und sind angestellt worden, um Aufschlüsse zu geben über quantitative Verhältnisse fester Zustände oder über die Ausmasse eintretender Veränderungen. Die gewonnenen Resultate sollen alsdann zur Klärung wichtiger biologischer Probleme beitragen. Besonders ist die Zelle mit ihren Bestandteilen Gegenstand der Messungen gewesen. Recht mannigfaltig sind die Beziehungen, die untersucht worden sind: z.B. die Wirkungssphäre des Kernes (STRASBURGER, 33), der Einfluss der Plasmamasse auf die Membranbildung (HABERLANDT, 11), die spez. Grösse der Chromatophoren in ihrer Abhängigkeit von der Chromosomenzahl (WINKLER, 36), Zellgrösse und Organgrösse (SACHS, 26; DRIESCH,5), die Abhängigkeit der Kerngrösse und Zellenzahl von der Chromosomenzahl (BOVERI, 4), die Grösse der Zellkerne in ihrer Beziehung zur Systematik (KLIENEBERGER, 16). - In diesen Arbeiten sind Teile, Organe, der Zelle gemessen worden, besteht doch das Lebensgetriebe der Zelle in der Wechselbeziehung dieser sichtbaren Organe. Wahrscheinlich kommen zu diesen sichtbaren Organen noch solche hinzu, die wegen zu geringer Grösse oder wegen des der Umgebung gleichen Lichtbrechungsvermögens unsichtbar sind. Wenngleich nun die Bedeutung

eines Organes nicht von seiner Grösse abhängt, so wird doch ein restloses Verständnis des Organismus, d.i. hier die Zelle und ihre Bestandteile, Kenntnis der Volumverhältnisse und der den Stoffaustausch vermittelnden Oberflächen verlangen. Ich will durch ein Beispiel andeuten, welchen Wert derartige Messungen für Stoffwechseluntersuchungen besitzen können. Beim Welken schwindet die Stärke aus den Chloroplasten abgeschnittener Blätter und der Rohrzuckergehalt steigt (HORN in MEZ, Archiv III (1923) p. 137 - 173). Man wird sich die Frage vorlegen, an welcher Stelle oder in welchem Organ der Zelle sich dieser Rohrzucker befindet - im Saftraum, im Plasma, in den Chromatophoren? Zwar werden die hierbei sich abspielenden Volumveränderungen der Zellorgane recht gering sein, und es ist wohl kaum möglich, bei unsern heutigen Massmethoden eine genau bestimmte Antwort zu geben, aber nach einer Richtung lassen sich die Folgerungen ausmalen, wenn man bei Kenntnis der Volumina der einzelnen Zellorgane sagen kann, wie die Konzentration bei dieser oder jener Alternative sich gestalten müsste.

Kurz, räumliche Messungen erscheinen notwendig.Freilich sind Volumenmssungen recht schwierig, denn die Objekte können vielfach nur mit den feinsten mikroskopischen Messwerkzeugen bestimmt werden. An der Grenze unserer Hilfsmittel angelangt, treten unvermeidliche subjektive Beobachtungs- und Messungsfehler auf, und die erwünschte Genauigkeit ist häufig nicht mehr zu erzielen. Besonders schwierig gestaltet sich das Messen der Tiefendimensionen. Letzteres ist daher wohl auch der Grund, weshalb die verschiedensten Autoren durchweg ihre Messungen nur in einer oder in zwei Dimensionen ausgeführt haben. Bevor einige dieser Arbeiten besprochen werden, möchte ich noch hervorheben, dass im Gebrauch der Begriffe Grösse, Durchmesser, Volumen und Inhalt grösste Unklarheiten bestehen. Diese Begriffe werden nicht scharf genug voneinander unterschieden. Man spricht von Grösse oder Inhalt und mass nur die Durchmesser. Anderswo werden wiederum Grösse, Volumen und Durchmesser begrifflich gleichgefasst.

Ich gebrauche das Wort Volumen nur im Sinne der Mathematik. Im einzelnen bedeutet: 1. Z e l l v o l u m e n (das Volumen der Zelle einschliesslich aller Zellbestandteile); 2. r e i n e s Z e l l v o l u m e n (das Volumen des Zellinhaltes, also Zellvolumen minus dem Volumen der Zellmembran); 3. V o l u m e n d e s E i n z e l c h l o r o p l a s t e n oder Einzelchloroplastenvolumen; 4. V o l u m e n d e r Z e l l c h l o r o p l a s t e n , oder Zellchloroplastenvolumen (die Summe der Volumina aller Einzelchloroplasten einer Zelle); 5. K e r n v o l u m e n (einschliesslich der Volumina der Kernkörperchen); 6. C y t o p l a s m a v o l u m e n; 7. O b e r f l ä c h e d e s E i n z e l c h l o r o p l a s t e n; 8. O b e r f l ä c h e d e r Z e l l c h l o r o p l a s t e n; 9. G e s a m t o b e r f l ä c h e (die Summe der Oberflächen aller Einzelchloroplasten innerhalb des ganzen Blattes).

Ich will nun das allgemein Vorgetragene durch Besprechung einiger spezieller Arbeiten belegen. In seinen "Histologischen Beiträgen" berichtet STRASBURGER "Über die Wirkungssphäre der Kerne und über die Zellgrösse" (33). Er untersucht embryonale Zellen, weil hier in der mit Plasma angefüllten Zelle ein Mass für die Wirkungssphäre des Kernes gegeben ist. (Siehe Tabelle auf Seite 446).

Nach STRASBURGER unterscheiden sich die embryonalen Zellen "grosser und kleiner extrem ausgewählter Individuen in ihrem Ausmass nicht voneinander". Das Grössenverhältnis des embryonalen Kernes zur Zelle beträgt 2 : 3 oder 1 : 1,5. Eine volumetrische Bestimmung ergibt erhebliche Unterschiede; in den 3 angeführten Beispielen bestehen die Volumverhältnisse 1 : 6; 1 : 9; 1 : 10. - Weiter betrachtet STRASBURGER das Verhältnis 2: 3 oder 1:1,5 als eine Massvorstellung für die unmittelbare Wirkungssphäre des Kernes. Die Wirkung der vom ruhenden Kern ausgehenden Reizanstösse formativer und nutritiver Art kann in ihrer Verteilung auf das Protoplasma aber nur klar verstanden werden, wenn die Volumina bestimmt sind. Nach Bestimmung der Volumina verteilt sich die Wirkungssphäre des Kernes auf ein Plasmavolumen, welches ein 6, 9 bis 10-faches des Kernvolumens ist. Das von STRASBURGER durch lineare Messungen gefundene Verhältnis 2:3 oder 1:1,5 lässt nur auf ein Plasmavolumen schliessen, das 1 1/2 mal so gross wie das Kernvolumen ist. Auch scheint es, als ob in dem durchgehend gleichen Verhältnis 2:3 oder 1:1,5 der Be-

	Mittlerer Durchmesser	
	Kern	embryonale Zelle
a. *Pinus laricio Poir.*	0,014 mm	0,02 mm
Verhältnis	2 :	3
b. Eine Bestimmung der Volumina (von STRASBURGER nicht ausgeführt	0,00000143 mm^3	0,000008 mm^3
Verhältnis	2 :	12
a' *Myosotis alpestris Schmidt*	0,003 mm	0,005 mm
Verhältnis	2 :	3
b'Bestimmung d. Volumina	0,000000014 mm^3	0,000000125 mm^3
Verhältnis	2 :	18
a'' *Smilax aspera L.*	0,0075 mm	0,013 mm
Verhältnis	2 :	3
b'' Bestimmung d. Volumina	0,00000021 mm^3	0,0000021 mm^3
Verhältnis	2 :	20

weis liege, dass die Wirkungskraft des Kernes in allen embryonalen Zellen die gleiche sei. Als unterschiedlich wird diese Wirkungskraft aber in den Volumverhältnissen 1:6 ; 1:9 und 1:10 erkannt.

In ihrer Arbeit "Über die Grösse und Beschaffenheit der Zellkerne u.s.w." behauptet KLIENEBERGER (16) auf Seite 10, dass die Kerngrösse in den Epidermiszellen von *Allium Cepa* von der Blattbasis bis zur Blattspitze abnimmt. KLIENEBERGER misst den Durchmesser und findet die nebenstehenden Werte:

	Spitze	14 cm von der Spitze	17-18 cm v. d. Spitze
Durchmesser d. Kerns	17,06 µ	17,84 µ	17,72 µ

Die aus dem Durchmesser dieser Flächenmessungen abgeleitete Behauptung kann richtig sein, muss es aber nicht. Denn das Zellvolumen wächst von der Basis bis zur Mitte allmählig an, dann aber nimmt es bis zur Spitze hin stark ab. Mit dieser Veränderung des Zellvolumens ist die Möglichkeit einer Formveränderung des Kerns gegeben; denn es ist eine Tatsache, dass mit zunehmendem Zellvolumen eine Abplattung und Streckung des Kernes stattfindet. Was ergibt sich daraus?

Spitze des Blattes. - Durchmesser des Kernes = 17,08 µ; r = 8,54 µ.

Ich sehe den Kern als Rotationsellipsoid an und setze die Axe 2b = 10µ; die Axe 2a ist gleich dem Kerndurchmesser, also 17,08µ. Das Kernvolumen $\left[\frac{4}{3}(aab).\pi\right]$ beträgt somit 1527 μ^3.

Basis des Blattes. - Ich nehme an, dass das Kernvolumen das gleiche wie an der Blattspitze bleibt, also 1527 μ^3. Der Durchmesser oder die Axe 2a ist = 17,72 µ, a oder r = 8,86 µ. Dann muss die Axe 2b = 9,29 µ sein. Die Abnahme gegenüber der 2b Axe des Kernes der Blattspitze (10 µ) ist also 0,71 µ. (10µ - 9,29µ = 0,71µ).

Wenn also die Axe 2b um 0,71µ (d.i. der 14. Teil von 10µ) abnimmt, dann bleibt trotz dem grösseren Durchmesser des Kernes das Kernvolumen das gleiche. Eine so geringe Abplattung des Kernes ist in den Zellen der Blattbasis mit grösserem Zellvolumen ist durchaus denkbar und möglich. Damit würde der Schluss, der aus der linearen Messung des Durchmessers gezogen wurde, falsch, dass die Kerngrösse (klarer: das Kernvolumen) eine nach der Spitze des Blattes zu abnehmende ist.

Wird in diesen Arbeiten von STRASBURGER und KLIENEBERGER unter Kern- bzw. Zellgrösse der Durchmesser verstanden, was aber durchaus nicht ausgesprochen wird, so sind inbezug auf diesen die abgeleiteten Schlüsse vollauf berechtigt.

Zweierlei wollte ich durch meine vorige Betrachtung herausstellen: einmal die

Ungenauigkeiten und Fehler einer l i n e a r e n Messung, darum als Forderung die Notwendigkeit v o l u m e t r i s c h e r Bestimmungen,

zum anderen: die ebenso notwendige scharfe Unterscheidung der Begriffe: Durchmesser, Volumen, Grösse.

SACHS (26) spricht in seiner Abhandlung "Über einige Beziehungen der spezifischen Grösse der Pflanzen zu ihrer Organisation" von dem vernachlässigten Gebiet der Phytotomie. Er stellt darum als Preisaufgabe: "Es ist durch möglichst zahlreiche Messungen festzustellen, ob und welche Beziehungen zwischen V o l u m e n der Zelle und dem Organ der Pflanze bestehen. SACHS selbst schreibt, dass er immer überrascht gewesen sei, im mikroskopischen Bilde die Zellen bei grossen und kleinen Pflanzen stets von ähnlicher Kleinheit zu finden. Die von ihm angegebenen Zahlen stellen lineare Dimensionen dar, und diese schwanken zwischen 0,001 über 0,02 bis 0,05 mm, also im Verhältnis von 1 : 20 : 50. Allzu leicht schliesst man aus diesen Verhältnissen auf ein ähnliches Volumverhältnis. Bei der Berechnung der Volumina ergibt sich aber hier das Verhältnis 1 : 120000 (kleinste Zelle: br. - 0,001, lang = 0,003, h = 0,0005 mm; grösste Zelle: br = 0,05, lg = 0,15, h = 0,025 mm). - AMELUNG, der die Preisaufgabe SACHS' bearbeitete, löste diese nicht durch "zahlreiche Messungen der V o l u m i n a", sondern beschränkte sich auf die eindimensionalen Messungen. Solche Messungen können in ihren Folgerungen die Ursache von Fehlern werden. Darum bedarf auch das Hauptergebnis AMELUNGs, dass "bei morphologisch gleichen Pflanzenteilen trotz ausserordentlicher Grössenunterschiede doch die mittleren Zellgrössen dieselben bleiben, also dass die Grösse der Organe nicht von der Grösse der Zellen, sondern von der Zahl der Zellen abhängt" einiger Einschränkungen und Berichtigungen. Schon SIERP (27) stellte fest, dass der Unterschied in der Grösse der Pflanzen, bzw. ihrer Organe, auf einer entsprechenden Reduktion der Zellgrösse, auf gleichzeitiger Reduktion der Zellgrösse und Zellenzahl, oder sogar auf einer Verminderung der Zellen beruhen kann. Seine Messungen sind mit grösster Sorgfalt ausgeführt. Es sind Flächenmessungen. Wie selbst diese ohne Berücksichtigung der Tiefendimensionen bei Schlüssen auf die Volumina der Organe trügerische Vorstellungen geben, zeigte ich schon vorhin auf Seite 444.

Zuletzt möchte ich noch auf die Arbeit von MÖBIUS (20) "Über die Grösse der Chloroplasten" hinweisen. MÖBIUS stellt fest, dass die Cloroplasten verschiedener Pflanzen eine ziemlich konstante Grösse bes-itzen. Es wurde der Durchmesser der Chloroplasten von 200 Pflanzenarten gemessen. Der Durchmesser der kleinsten beträgt 3 µ, der der grössten 10 µ , also das Verhältnis 1 : 3. Wie verhalten sich die Volumina? Die Gestalt der Chloroplasten ist durchweg die eines Rotationsellipsoids. Die Axe 2a ist = 0,003 mm und 0,010 mm, 2b ist = 0,0015 mm und 0,005 mm (ich nehme 2b als $\frac{2a}{2}$ an, da dieser Quotient häufig anzutreffen ist)

	Axen	Volumen
Nitella spec.	2a = 0,003 mm 2b = 0,0015 mm	7,06 μ^3
Stellaria media	2a = 0,010 mm 2b = 0,005 mm	261,8 μ^3

Verhältnis der Durchmesser (MÖBIUS) = 1 : 3.
" " Volumina = 1 : 37.

Also ergibt sich wieder ein Wachsen der Unterschiede, sobald volumetrische Bestimmungen vorgenommen werden. Die Erkenntnis einer konstanten Grösse (besser: eines konstanten Volumens) der Chloroplasten tritt weniger deutlich oder gar nicht hervor. Es muss vielmehr eine Manngifaltigkeit in der Chloroplastengrösse anerkannt werden.

Z u s a m m e n f a s s u n g . Also die volumetrische Messung ist notwendig!

II. DIE METHODE DER MESSUNGEN.

Überblicke ich noch einmal die angeführten Arbeiten, so muss ich sagen, dass allen Bestimmungen Fehler anhaften, weil die Tiefendimensionen nicht berücksichtigt wurden. Ich habe mich deshalb bei den folgenden Untersuchungen bemüht, möglichst genaue volumetrische Messungen vorzunehmen. Aufgrund dieser soll ein Beitrag zur Kenntnis der Raumerfüllung der Blatt- und Blattzellbestandteile in ihrem wechselseitigen Verhältnis gegeben werden. Ich wies oben schon auf die Schwierigkeit volumetrischer Bestimmungen hin. Sorgfältige Messungen der Volumina der Zellbestandteile enthält die Arbeit A. MEYERs (21) über "Das ergastische Organ-Eiweiss und die vitülogenen Substanzen der Palissadenzellen von *Tropaeolum majus*" Um einen Einblick in die Mengenverhältnisse von Organ-Eiweiss und vitülogenen Substanzen zu gewinnen, wurden die Volumina des Kernes, der Kernkörperchen, der Chloroplasten, des Cytoplasmas und der in den Chloroplasten befindlichen Assimilationssekrete bestimmt. Die Messungen sind an fixierten und gefärbten Objekten ausgeführt. Sicherlich lässt sich hier trotz aller Sorgfalt ein Fehler nicht vermeiden, denn die durch Fixierung und Färbung hervorgerufenen Veränderungen der Zellsubstanzen bedingen auch Volumänderungen der Zellbestandteile. Welcher Art diese Volumveränderungen sind, ob bei Kern, Cytoplasma, Chloroplasten u.s.w. in gleichen oder verschiedenen Schwankungen der Ausmasse, vermag ich nicht zu sagen; eine Wasserentziehung erfolgt allernächst. Aber die Tatsache bleibt, dass die aus Messungen derartig vorbehandelter Objekte abgeleiteten Relationen Fehler aufweisen. A. MEYER findet für die reine Kern - Cytoplasma - Chloroplastensubstanz das Verhältnis 1 : 3,8 : 5,9. Doch ist ein Vergleich meiner Messungen mit denen A. MEYERs nicht statthaft, da ich meine Untersuchungen an lebendem Material vornahm. Dass auch hier Fehler unvermeidlich waren, hob ich schon genügend hervor. Noch einmal sei gesagt, dass alle heutigen Volumbestimmungen unvollkommen sind, und dass die Resultate nur mehr oder weniger grobe Annäherungswerte darstellen. Nichtsdesto weniger können aber unsere volumetrischen Messungen Vorarbeit leisten bis zu dem Zeitpunkt, wo feinere Massmethoden ersonnen sein werden.

Auf die Methode meiner Messungen zurückkommend, möchte ich zunächst die Fehler und Fehlergrenzen besprechen. Dabei will ich aber zugleich hervorheben, dass alle unvermeidlichen subjektiven Fehler insofern an Einfluss verlieren, als alle Messungen von mir selbst, also immer derselben Person, vorgenommen wurden und damit bei allen Zahlenwerten und den daraus abgeleiteten Relationen in gleicher Weise auftreten. Auch werden die Messungsfehler durch die stete Übung im Beobachten und Messen eingeschränkt.

Ich benützte ein LEITZsches Mikroskop und den ABBEschen Zeichenapparat. Sämtliche mikroskopischen Bilder wurden gezeichnet, und am gezeichneten Bilde mit Hilfe von Millimeterpapier die Messungen vorgenommen. Die gezeichneten Bilder waren, wenn nicht zu gross oder sich nicht zu sehr dem Rande des mikroskopischen Blickfeldes nähernd, frei von merklichen Verzerrungen.

I. Die Grössenbestimmung der Blattfläche und der Zellgrundfläche.

Zunächst will ich nur solche Blätter besprechen, die mit den schwächsten Vergrösserungen im Gesichtsfelde des Mikroskops vollständig zu sehen sind. Das gilt für die Moosblätter. Das Blatt wird auf durchsichtiges Papier gezeichnet, und die Anzahl der von der Zeichnung bedeckten Quadrate des Millimeterpapiers betimmt. Durch Multiplikation dieser Zahl mit dem auf die Objektgrösse umgerechneten Flächenwerte eines Quadrates des Millimeterpapiers ergibt sich die Grösse der Blattfläche. Beispiel: Ein Quadrat des Millimeterpapiers auf Objektgrösse umgerechnet beträgt bei Okular 3 und Objektiv Ia = 0,0007712 mm^2. Die Zeichnung bedeckt 4000 Quadrate des Millimeterpapiers. Also ist die Grösse der Blattfläche = 4000 . 0,0007712 mm^2, d.i. 3,084 mm^2. Hierbei entsteht ein Fehler. Es gelingt nämlich nicht bei mehrmaligem Zeichnen derselben mikroskopischen Strecke und entsprechender Umrechnung auf die wirkliche Grösse stets die gleichen Werte zu erhalten.

Der Fehler beruht nicht in mangelhaftem Millimeterpapier.

Okular 3, Objektiv Ia. Fünf Messungen. 1 mm des Millimeterpapiers entspricht folgenden wirklichen Objektlängen:

1. = 0,02777 mm
2. = 0,02777 mm
3. = 0,02857 mm
4. = 0,02777 mm
5. = 0,02817 mm

Bestimmung des wahrscheinlichen Fehler einer Messung!

			d	d^2
0,02777	mm	=	- 0,00024	0,0000000576
0,02777	mm	=	- 0,00024	0,0000000576
0,02857	mm	=	+ 0,00056	0,0000003136
0,02777	mm	=	- 0,00024	0,0000000576
0,02817	mm	=	+ 0,00016	0,0000000256
0,02801	mm	(Mittel)		(Sa.) 0,0000005120

Mittlerer Fehler einer Messung = $\sqrt{0,0000005120 : (5 - 1)}$ = ± 0,000357
Mittlerer Fehhler des Mittelwertes = ± 0,000357 : $\sqrt{5}$ = ± 0,000160
Wahrscheinlicher Fehler = 0,674 . ± 0,000160 = ± 0,0001078 mm

Dasselbe bei stärkerer Vergrösserung, Okular 2 Objektov VII.

			d	d^2
1.	=	0,00105 mm	0,000008	0,000000000064
2.	=	0,00107 mm	0,000012	0,000000000144
3.	=	0,00105 mm	0,000008	0,000000000064
4.	=	0,00105 mm	0,000008	0,000000000064
5.	=	0,00107 mm	0,000012	0,000000000144
Mittel		0,001058 mm		Sa. 0,000000000480

Mittlerer Fehler einer Messung = $\sqrt{0,000000000480 : 5 - 1}$ = ± 0,0000112
Mittlerer Fehler des Mittelwertes = ± 0,0000112 : $\sqrt{5-1}$ = 0,0000052
Wahr-scheinlicher Fehler = 0,674 . ± 0,0000052 = ±0,0000035 mm.

Für meine späteren Berechnungen habe ich folgende Werte benützt: (Einem mm und mm^2 des Millimeterpapiers entsprechen die nachfolgenden Objektgrössen.)

Okul.	Obj.	Objektgrösse. mm	Objektgrösse. mm^2
3	Ia	0,02777	0,0007712
3	III	0,00625	0,0000390
3	VII	0,00105	0,0000010
1	III	0,0125	0,0001562
1	VII	0,00208	0,00000433
3	J 1/12	0,000625	0,000000390

Der wahrsche-inliche Fehler der beiden obigen Beispiele besagt, dass mit gleicher Wahrscheinlichkeit bei der einzelnen Messung (gleiches Instrument, gleiche Beobachtung und Zeichnung) der Fehler bei Okular 3 Objektiv Ia ± 0,0001078 und bei Okular 3, Objektiv VII ± 0,0000035 betragen kann. Es ergibt das eine Schwankung in der 2. und 3. Zahlenstelle des Resultates z.B.:

			mm	mm^2
3, Ia	0,0277 mm	± 0,0001078 mm	= 0,02787	0,0007767
			0,02767	0,0007656
3, VII	0,00105 mm	± 0,0000035 mm	= 0,001053	0,00000110
			0,001047	0,00000109

Okular 3, Objektiv Ia wurde zur Bestimmung der Moosblattfläche benützt, z.B

Brachythecium rutabulum. Es wurden 3126 Quadrate des Millimeterpapiers gezählt. Die Blattfläche beträgt demnach 3126 . 0,000771 mm^2 = 2,41 mm^2 und 3126 . 0,000776 = 2,42 mm^2 und 3126 . 0,000765 = 2,39 mm^2.

Okular 3 Objektiv VII wurde zur Bestimmung der Zell-Grundfläche benützt, z.B. *Brachythecium rutabulum* 150 Quadrate wurden gezählt. Die Zell-Grundfläche beträgt demnach: 150 . 0,00000110 = 0,000165 mm^2. Sie kann auch betragen: 150 . 0,00000110 = 0,000165 mm^2 und 150 . 0,00000109 = 0, 000163 mm^2.

Ein zweiter Fehler, der das Ergebnis beeinflusst, entsteht bei der Auszählung der durch die Zeichnung bedeckten Quadrate des Millimeterpapiers, z.B. bei fünfmaliger Bestimmung derselben Zeichnung einer Blattfläche von *Brachythecium rutabulum* wurden gezählt (Okular 3 Objektiv Ia):

Quadrate des Millimeterpapiers	Grösse der Blattfläche
3126	2,41 mm^2
3100	2,38 "
3050	2,34 "
3150	2,42 "
3200	2,46 "

Die fünf Flächenwerte des Blattes zeigen, dass sie selbst durch erhebliche Unterschiede in der Anzahl der ausgezählten Quadrate nur wenig voneinander abweichen. Das gleiche gilt für die Auszählung und Bestimmung der Zeichnung einer Zell-Grundfläche (Okular 3, Objektiv VII). *Brachythecium rutabulum*:

Quadrate des Millimeterpapiers	Grösse der Zellgrundfläche
150	0,000165 mm^2
142	0,000156 mm^2
159	0,000174 mm^2

Zu diesen rechnerisch bestimmbaren Fehlern kommen nicht vermeidbare Ungenauigkeiten beim Zeichnen selbst hinzu und bringen Wertschwankungen in die Ergebnisse hinein. Zusammenfassend kann ich die Richtigkeit aller folgenden Werte dahin bestimmen, dass die 3. Zahlenstelle keinen Anspruch auf Genauigkeit besitzt und die 2. Zahlenstelle x ± 1 oder 2 betragen kann.

Schon auf Seite 448, 449 habe ich angegeben, wie die Blattfläche der im Gesichtsfeld des Mikroskops vollständig zu sehenden und zu zeichnenden Blätter bestimmt wurde. Es waren das die Moosblätter. Die Blätter höherer Pflanzen legte ich ausgebreitet unter durchscheinendes Papier, zeichnete sie im Umriss und zählte die Anzahl der von der Zeichnung bedeckten Quadrate des Millimeterpapiers. Bei recht grossen Blättern kann das Polarplanimeter benützt werden. Ich mass damit die Blattfläche von *Fritillaria imperialis*.

II. Die Gesamtoberfläche des Blattes.

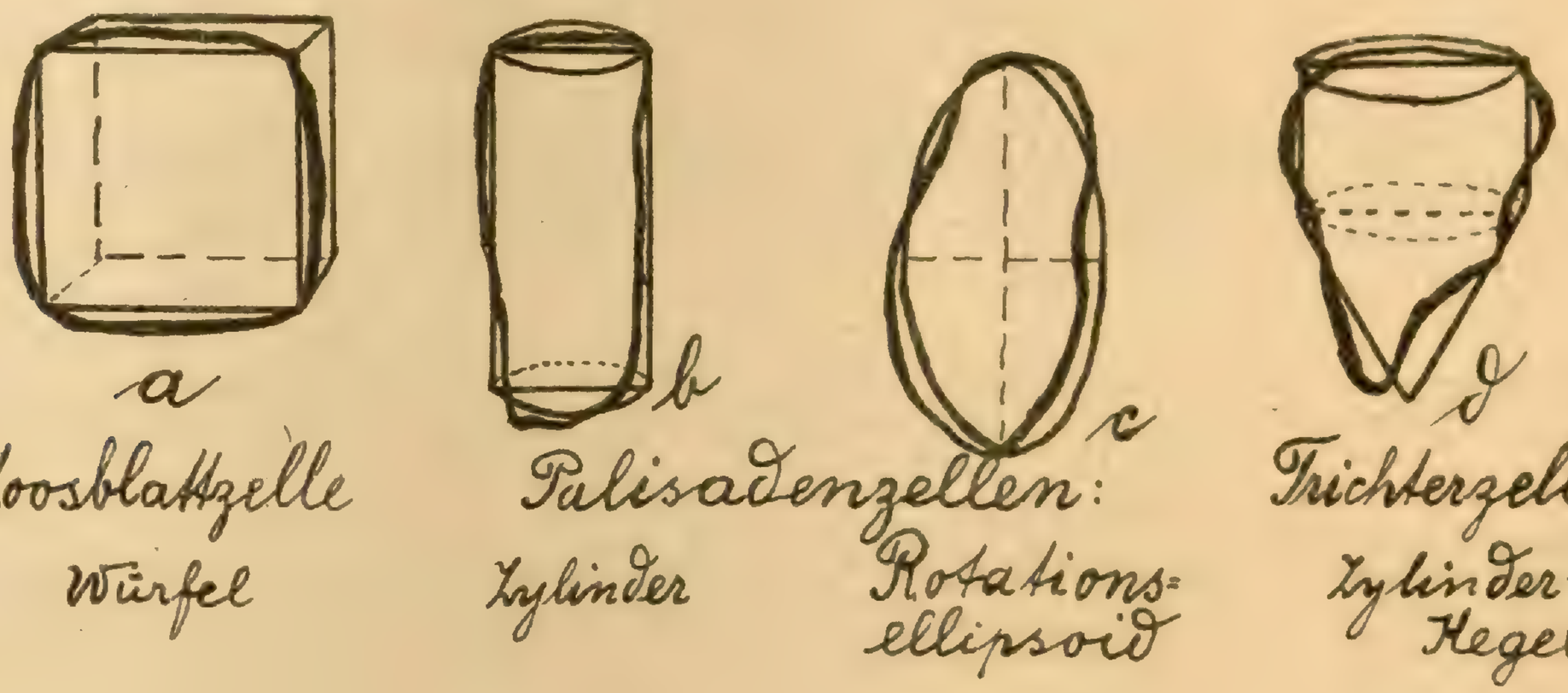
Ich erhielt sie, indem ich die Blattfläche (ihre Bestimmung siehe unter I.) mit 2 multiplizierte.

III. Das Volumen des Blattes.

Beim Moosblatt wird dieses durch das Produkt aus Blattfläche und Blattdicke dargestellt. Die mittlere Blattdicke erhielt ich aus Messungen der Blattquerschnitte von Basis, Mitte und Spitze. Das Volumen der Blätter höherer Pflanzen wurde durch Eintauchen in Wasser und Bestimmung des Volumens der verdrängten Wassermasse gefunden (siehe unten).

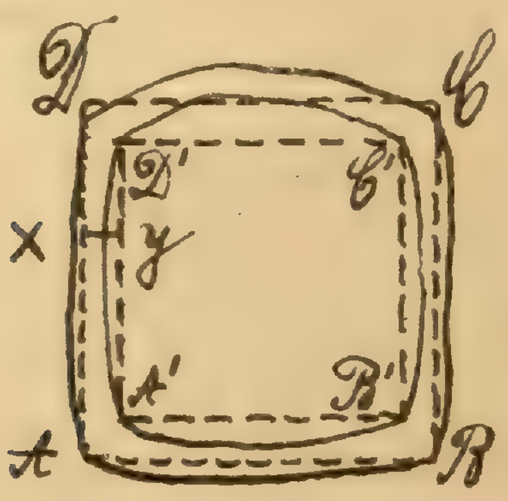
IV. Das Volumen der Zelle.

Dieses ergibt sich im allgemeinen aus Multiplikation von Zellgrundfläche und Höhe. Natürlich bleiben diese Berechnungen unvollkommen, da die Zellen keine regelmässigen geometrischen Körper darstellen. Wie die nachstehenden Figuern zeigen, reduzierte ich die angedeuteten Zellformen auf die eingezeichneten regelmässigen Körper.

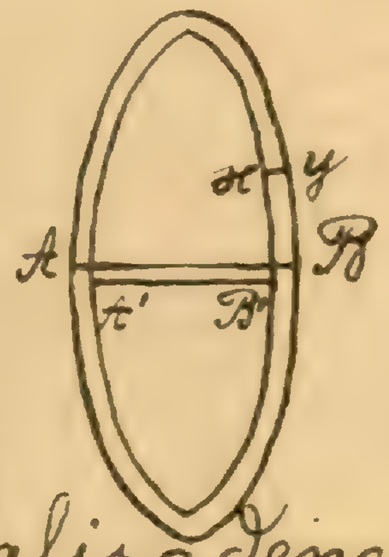


V. Das Volumen der Membran.

Das Membranvolumen erhielt ich, indem ich das reine Zellvolumen vom Zellvolumen subtrahierte: z.B. Dicke der Membran = xy.



Moosblattzelle a:
Prisma A B C D minus
Prisma A' B' C' D' gleich
Dem Membranvolumen.



Palisadenzelle c:
Rotationsellipsoid um die Achse AB
rotierend minus dem Rotationsellipsoid
um die Achse A'B' rotierend gleich
Dem Membranvolumen.

VI. Die Zellezahl.

Sie wird bestimmt, indem das Blattvolumen durch das Zellvolumen dividiert wird. Auf Besonderheiten soll später noch hingewiesen werden.

VII. Das Kern- und Chloroplastenvolumen und seine Oberfläche.

Kern und Chloroplasten wurden als Rotationsellipsoide angesehen und ihre Volumina nach der Formel $4/4\pi(aab)$ bestimmt. Die Axen konnten in der Flächen-

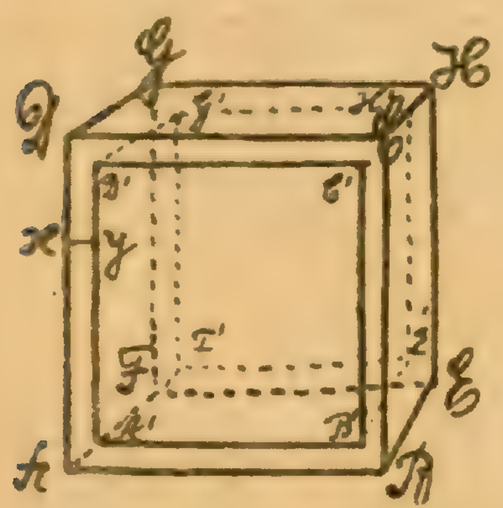
und Profilstellung gemessen werden. Die Oberfläche von Kern und Chloroplasten erhielt ich durch die Formel $4/3\,\pi\,(2a^2 + b^2)$; vergl. WAGNER, Mathem. Erdkunde.

VIII. Die Zahl der Chloroplasten.

Die Gesamtzahl der Chloroplasten innerhalb eines Blattes wurde durch Multiplikation der Zellenzahl mit der Anzahl der Zellchloroplasten gefunden. Das Produkt aus der Summe aller Chloroplasten des ganzen Blattes und der Oberfläche des Einzelchloroplasten ergibt die Gesamtchloroplastenoberfläche.

IX. Das Volumen des Cytoplasmas.

Diese Volumenbestimmung bietet die grösste Schwierigkeit. Ich versuchte jedesmal, die Dicke des cytoplasmatischen Wandbelags bei stärkster Vergrösserung (Ok. 3, Imm. 1/12) und Abblendung festzustellen. Unter der Annahme, dass der Wandbelag überall in der gleichen gefundenen Dicke die Zelle auskleidet, wurde das Cytoplasmavolumen in derselben Weise wie schon vorher das Membranvolumen bestimmt, d.h. vom reinen Zellvolumen (Zellvolumen ohne Membranvolumen) wurde das Volumen eines Körpers subtrahiert, dessen Dimensionen um die für die Dicke des Cytoplasmaschlauches gefundene Masszahl vermindert wurde. Siehe nebenstehende Zeichnung.



x y = Dicke des Cytoplasmaschlauches. Cytoplasmavolumen = Körper A B C D E F G H minus dem Körper A'B'C'D'E'F'G'H'.

Bei dieser Bestimmung wird der Fehler relativ gross, weil das Cytoplasma in den Zellecken und zwischen den Chloroplasten in grösserer Dicke lagert, an anderen Stellen der Zellwände aber fast verschwindet. Plasmastränge, die die Zelle durchziehen, können überhaupt nicht in die Rechnung einbegriffen werden. Schliesslich bewegt sich die Dicke des Belages innerhalb von so geringen Werten (0,00018µ - 0,00035µ), dass deren Messung unsicher bleibt. Jede Volumbestimmung des Cytoplasmas in einer mit Saftraum versehenen, ausgewachsenen Zelle wird daher nur groben Annäherungswert besitzen.

Damit ist die Methode in den Grundzügen besprochen. Ich möchte noch erwähnen, dass alle Objekte während der Untersuchung in Wasser lagen. Moosblätter und ihre Bestandteile erleiden hier keine Veränderungen, weil sie ja auch am natürlichen Standort häufig von Wasser umspült werden. Anders ist es bei den Blättern höherer Pflanzen. Die Zellen und ihre Zellbestandteile können nur an Schnitten gezeichnet und berechnet werden. URSPRUNG (35) legte diese Schnitte in Paraffinöl, weil dieses das Volumen der Zelle nicht merklich beeinflusse. Die Nachprüfung ergab, dass im Wasser das Volumen der Zelle grösser ist als in Paraffinöl. Eine Veränderung des normalen Zellvolumens innerhalb des Blattes wird schon eintreten, wenn Schnitte hergestellt werden, da die Gewebespannung, der gegenseitige Druck der Zellen im Verbande, aufgehoben oder abgeschwächt wird. Diese Ausdehnung der Zelle verlangt Wasseraufnahme. Hierfür steht zunächst schon während des Schneidens das die Zellwände imbibierende Wasser zur Verfügung, aber wegen der Gegenwirkung der entquellenden Wand nur zum Teil. In Wasser gelegt, kann die Zelle weiter Wasser aufnehmen, was in Paraffinöl nicht möglich ist. Die Volumzunahme in Wasser muss daher grösser sein als in Paraffinöl. Meine Messungen ergaben nun, dass die Volumzunahme in Wasser gegenüber Paraffinöl die Grenze der sonstigen überhaupt möglichen Fehler nicht überschreitet. Daher untersuchte ich alle Blattquerschnitte in Wasser. Es sei noch gesagt, dass Paraffinöl sehr häufig die Klarheit der mikroskopischen Bilder beeinträchtigt und damit das Zeichnen erschwert. Zur Erläuterung will ich zwei Beispiele anführen:

a. 20 Palissadenzellen aus der Blattmitte von *Ranunculus aquatilis* (Landform)

in Paraffinöl: d = 0,02988 mm, h = 0,06280 mm, Volumen = 4400 . 10^{-8} mm^3

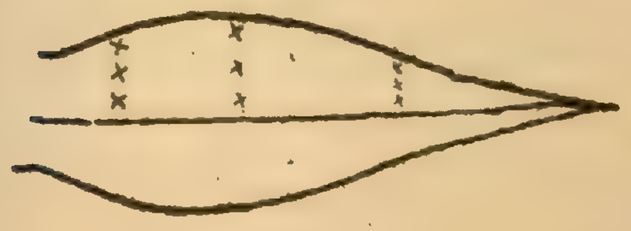
in Wasser: d = 0,02920 mm. h = 0,06690 mm, Volumen = 4480 . 10^{-8} mm^3

b. 25 Chloroplasten von *Fagus silvatica* (Schattenblatt).
in Paraffinöl: 2a = 0,005270 mm, 2b = 0,002180 mm, Volumen = 3170 . 10^{-11} mm^3
in Wasser: 2a = 0,005220 mm, 2b = 0,002170 mm, Volumen = 3090 . 10^{-11} mm^3

Im Beispiel b haben die Chloroplasten in Paraffinöl ein grösseres Volumen als in Wasser. Dieser Unterschied ist hier unabhängig vom Medium Wasser und Öl, sondern hat allein seinen Grund in den schon besprochenen Messungs- und Berechnungsfehlern überhaupt. Zugleich sind die Werte der Dimensionen 2a und 2b dafür ein Beispiel, wie noc Schwankungen in der 5. Stelle nach dem Komma (1:100 μ) das Resultat beeinflussen.

III. MOOSBLÄTTER.

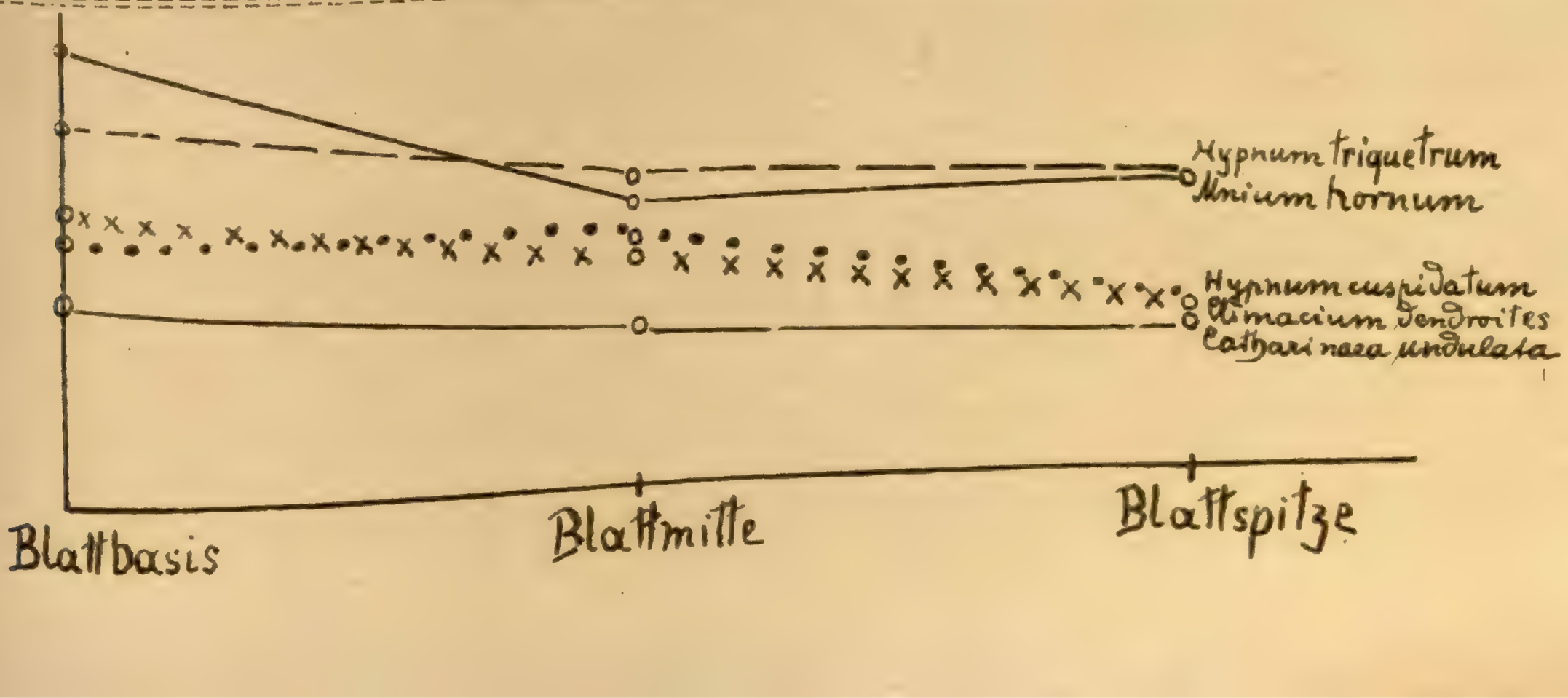
Ich verweise zuvor noch einmal auf Seite 445, wo ich einige Ausdrücke begrifflich erläuterte, die ich nun weiterhin in diesem Sinne stets gebrauchen werde. Die Moose wurden in den Monaten Oktober bis Februar gesammelt. Selbstverständlich konnen nur ausgewachsene Blätter inbetracht kommen. Da auch bei diesen die Grosse der Blattfläche veränderlich ist, wurden von 2 Pflanzen je ein kleines, mittleres und grosses Blatt ausgewählt, sodass die folgenden Werte ein Mittel aus 6 Messungen darstellen. Um das mittlere Zellvolumen zu erhalten, bestimmte ich die Volumina von ungefähr 150 Zellen, je 75 Zellen eines kleineren und grossen Blattes, und zwar 8 - 10 an den in nebenstehender Figur mit x bezeichneten Stellen, die Spitze, Mitte und Basis des Blattes vorstellen und in verschiedenem Abstande vom Blattrand gelegen sind.



Die Tabelle 3 zeigt, dass das Zellvolumen durchgehend von der Blattbasis zur Spitze hin abnimmt. Die graphische Darstellung , welche folgt, zeigt alle Blätter auf gleiche Länge reduziert.

a. Unterschiede des Zellvolumens von der Blattbasis zur Spitze hin, und über das mittlere Zellvolumen kleiner und grosser Blätter derselben Art
(Volumen = 0,00000276 mm^3 geschrieben = 276.10^{-8} mm .)

Tabelle 3.	kleines Blatt			grosses Blatt			Mittelwert	
	Spitze	Mitte	Basis	Spitze	Mitte	Basis	kleines Blatt	grosses Blatt
Hypnum triquetr.	276.10^{-8}	309.10^{-8}	309.10^{-8}	276.10^{-8}	301.10^{-8}	369.10^{-8}	298.10^{-8}	315.10^{-8}
" cuspidatum	161. "	231. "	252. "	170. "	267. "	292. "	215. "	243. "
" loreum	- "	- "	- "	253. "	292. "	328. "	- "	291. "
Mnium affine	3260. "	3700. "	4730. "	4240. "	5600. "	5230. "	3890. "	5020. "
" hornum	- "	- "	- "	474. "	452. "	714. "	- "	546. "
Climac. dendr.	- "	- "	- "	174. "	248. "	316. "	- "	246. "
Cathar. undul.	568. "	668. "	714. "	634. "	702. "	946. "	650. "	760. "



Climacium dendroides hat eine gleichsinnige Abnahme des Zellvolums von der Basis zur Spitze hin, *Hypnum cuspidatum* eine allmählige bis zur Mitte, dann bis zur Spitze eine stärkere; *Hypnum triquetrum* und *Mnium hornum* zeigen zuerst eine stärkere Abnahme, von der Mitte bis zur Spitze eine recht geringe. Wie innerhalb des Einzelblattes die Grösse des Zellvolumens veränderlich ist, so schwanken auch innerhalb der Blattgrössen die Zellvolumina, und zwar derart, dass kleinere Blätter derselben Spezies kleinere, und grössere Blätter grössere Zellvolumina besitzen. Also ist der Schluss berechtigt, dass nicht allein die Zellenzahl, sondern auch die Grösse des Zellvolumens die Grösse des Blattes bestimmt.

Es bedeutet das eine Einschränkung der Ansicht, dass die Organgrösse allein von der Zahl der Zellen abhängt. Auf botanischem Gebiete vertreten diese Anschauung SACHS, AMELUNG und STRASBURGER. Auf zoologischem Gebiete spricht DRIESCH (5) von der festen Zellgrösse bei verschiedenen Arten der Echinoiden. Der "Echinidenorganismus verfährt wie der Architekt, der mit Ziegelsteinen gleicher Grösse ein kleines Wohnhaus und einen grossen Palast errichtet".Doch fügt DRIESCH hinzu: "andere Organismen tun das vielleicht nicht". Wie ich schon früher erwähnte, wandte sich SIERP gegen den Satz AMELUNGs von der konstanten Zellgrösse (siehe S. 447). Dasselbe besagen die Untersuchungen LEVIs (18) an einer grossen Anzahl nahe verwandter Tierarten. Er stellte u.a. fest, dass Ganglienzellen, Nervenfasern, Linsenfasern und Muskelfasern innerhalb gewisser Grenzen im Verhältnis zur Körpergrösse variieren. Weiter erklärt BEREZOWSKI (Arch. f. Zellforschung V, 1910) nach Messung von Darmepithelien dreier Familien weisser Mäuse, dass die Grösse des Organismus nicht nur durch Vermehrung der Zellen, sondern auch durch Zunahme der Zellgrösse bedingt wird.

b. Blatt- u. Zellvolumen verschiedener Moosarten.

	Gesamtoberfl. d. Blattes	Volumen des Blattes	Zellvolumen	Zellenzahl d. Blattes.
Ceratodon purpureus	1,474 mm^2	0,0110 mm^3	225.10^{-8} mm^3	4900
Plagiothec. undulatum	6,030 "	0,0350 "	1340." "	2610
Hypnum triquetrum	17,244 "	0,0796 "	325." "	24500
Hypnum cuspidatum	2,344 "	0,00739"	229." "	3270
Hypnum loreum	2,840 "	0,0135 "	291." "	4640
Climacium dendroides	5,212 "	0,0191 "	246." "	7760
Mnium affine	27,446 "	0,274 "	4450." "	6150
Mnium hornum	6,390 "	0,0578 "	546." "	10600
Catharinaea undulata	10,296 "	0,122 "	705." "	17300

Aus den vorstehenden Werten ist zu ersehen, dass kleine Blätter kleinvolumige Zellen haben können, z.B. *Ceratodon purpureus, Hypnum cuspidatum*, und grosse Blätter grossvolumige, z.B. *Mnium affine*. Doch umgekehrt haben wiederum kleine Blätter grossvolumige Zellen, wie z.B. *Plagiothecium undulatum*, und grosse Blätter kleinvolumige, z.B. *Hypnum triquetrum, Catharinaea undulata*. Eine Beziehung zwischen Zell- und Blattvolumen besteht hier nicht. Sieht man die 4 Vertreter der Familie der Hypnaceen an, so haben sie trotz recht verschiedener Blattgrösse ein ähnliches Zellvolumen. Die beiden Arten der Gattung *Mnium* verhalten sich aber anders. Ob danach die Vertreter einer Familie eine ähnliche mittlere Zellgrösse besitzen (*Hypnaceae*) oder nicht (*Mniaceae*) kann wegen der geringen Zahl der Messungen nicht ausgesprochen werden.

c. Die Chloroplasten des Moosblattes (Tabelle 5, Seite 456 - 57).

Bei den untersuchten Moospflanzen zeigt sich zunächst ein Zusammenhang zwischen dem Volumen des Einzelchloroplasten und dem natürlichen Verwandtschaftsverhältnis. Die Vertreter derselben Familie haben ähnliche Einzelchloroplasten-Volumina, so die 4 Arten der Hypnaceen und die 2 Arten der Mniaceen. Eine Abhängigkeit des Einzelchloroplasten-Volumens vom Zellvolumen besteht nicht[1]). Besonders deutlich ist dieses bei *Mnium hornum* und *Mnium affine* zu erkennen. *Mnium hornum*, dessen Zellvolumen 1/8 des Zellvolumens von *Mnium affine* beträgt, hat gleiches Einzelchloroplasten-Volumen. Weiter ist auch keine Beziehung zwischen EinzelchloroplastenVolumen oder Einzelchloroplasten-Oberfläche und Blattvolumen oder -Oberfläche festzustellen, z.B. hat *Hypnum triquetrum* mit grosser Gesamtoberfläche ein kleineres Einzelchloroplasten-Volumen als *Ceratodon purpureus* mit kleinster Gesamtblattoberfläche, und *Climacium dendroides* sowie *Mnium hornum* haben bei ähnlicher Gesamtblattoberfläche recht verschiedene Einzelchloroplasten-Volumina (Verhältnis der Einzelchloroplasten-Volumina = 1:4). Ich möchte zuletzt die Gesamtchloroplasten-Oberfläche mit der Gesamtoberfläche des Blattes vergleichen. Ein Zusammenhang lässt sich nicht finden. Wohl hat in Tabelle 5 das Blatt mit kleinster Gesamtoberfläche (*Ceratodon purpureus*) die grösste prozentuale Gesamtchloroplastenoberfläche und das Blatt mit grösster Gesamtoberfläche (*Mnium affine*) eine prozentual kleine Gesamtchloroplastenoberfläche, aber andererseits entwickeln *Mnium affine* und *Hypnum cuspidatum* bei stärkstem Unterschied in der Gesamtblattoberfläche (13:1) eine ähnliche Gesamtchloroplastenoberfläche. Allgemein lässt sich nur sagen, dass die gemessenen Moosblätter eine gleiche bis doppelt so grosse Gesamtchloroplastenoberfläche zeigen, wie sie selbst Gesamtblattoberfläche besitzen.

6. Tabelle.

	Zellvolumen mm^3	Zellchloroplasten volumen mm^3	Gesamtoberfläche d. Zellchloroplasten mm^3
Ceratodon purpur.	225 . 10^{-8}	0,00000025	0,000604
Hypn. cuspidatum	229 . "	0,00000026	0,000660
Climac. dendroid.	246 . "	0,00000022	0,000616
Hypn. loreum	291 . "	0,00000029	0,000730
Hypn. triquetrum	325 . "	0,00000035	0,001170
Mnium hornum	546 . "	0,00000045	0,000799
Catharinaea undul.	705 . "	0,00000057	0,000910
Plagiothec. undulat.	1340 . "	0,00000046	0,001284
Mnium affine	4450 . "	0,00000205	0,003530.

In Tabelle 6 habe ich nebeneinandergestellt: Zellvolumen, Zellchloroplastenvolumen und Gesamtoberfläche der Zellchloroplasten. Eine Anhängigkeit zeigt sich insofern, als mit zunehmendem Zellvolumen auch das Zellchloroplastenvolumen und die Zellchloroplastenoberfläche in vielfach ähnlichem Verhältnis anwachsen.

d. Die Raumerfüllung der Zellbestandteile in ihrem gegenseitigen Verhältnis.

Tabelle 7, Seite 456 - 457. - Eine allgemeine Regel lässt sich aus den erhaltenen Werten nicht ableiten. Es bleibt also nur, folgendes festzustellen: Das Membranvolumen der Zelle schwankt zwischen 20% und 57% des Zellvolumens, es beträgt

1) HEILIG, EMIL, Untersuchungen über die Teilung der Chloroplasten nebst Beobachtung über Zellgrösse und Chromatophorengrösse, Strassburg 1922, findet in kleinvolumigen Zellen kleine, in grossvolumigen Zellen der Laubmoose grosse Chloroplasten. Meine Messungen bestätigen dieses Resultat nicht!

Blattvolumen mm^3	Interzellularvolumen mm^3	Blattoberfläche mm^2
336	80	3590
315	73	3480
280	69	3240
388	87	3970
371	90	3720
Mittelw. 338	Mittelwert 80	Mittelw. 3600

Gesamtoberfläche des Blattes 3600 . 2 = 7200 mm^2.

b. Aus Querschnitten durch Basis, Mitte und Spitze des Blattes wurde gefunden:

Dicke von	oberer Epiderm. (o.E.)	Palissadengew. (Pa.)	Schwammgewebe (Sch.)	unt. Epidermis (u.E.)
Basis	0,00955 mm	0,0285 mm	0,0425 mm	0,00918 mm
Mitte	0,00964 "	0,0260 "	0,0416 "	0,00899 "
Spitze	0,00948 "	0,0280 "	0,0457 "	0,00931 "
Mittelwert	0,00956 "	0,0274 "	0,0433 "	0,00916 "

c. Unter der Voraussetzung überall gleichmässiger Blattdicke berechnete ich aus Grundfläche (3600 mm) . h (0,00956, 0,0274 u.s.w., siehe unter b) folgende Verteilung innerhalb des Blattes:

o. Ep. = 3600 . 0,00956 = 34 mm^3
Pa. = 3600 . 0,0274 = 99 "
Sch. = 3600 . 0,0433 = 156 "
u. Ep. = 3600 . 0,00916 = 33 "
Gesamtvolumen 322 "

Das errechnete Volumen des Blattes stellt sich somit auf 322 mm^3 gegenüber 338 mm^3 der ersten Bestimmung (siehe unter a). Dieser Unterschied von 16 mm^3 = 5% wird erklärlich, wenn man bedenkt, dass das Blatt die angenommene Regelmässigkeit nicht zeigt. Das Volumen der Epidermis bestimmte ich stets auf die unter c) angegebene Weise, also Blattfläche x Dicke der Epidermis. *Fagus silvatica* hat demnach ein Epidermisvolumen von 34 mm^3 + 33 mm^3 = 67 mm^3. Für das Mesophyllvolumen bleiben 337 mm^3 (siehe unter a) minus 67 mm^3 = 271 mm^3. Das Mesophyll wird von den Rippen durchzogen. Die Bestimmung des Volumens der Rippen ergab 23 mm^3 (10 Blätter kochte ich mit verdünnter Schwefelsäure, isolierte die Hauptrippen, trocknete sie und tauchte sie in eine Bürette ein. Ergebnis: für 10 Blätter = 230 mm^3. Ein Blatt = 230 : 10 = 23 mm^3. - Pa., Sch. und Interzellularen nehmen noch 248 mm^3 ein, nämlich 271 mm^3 minus 23 mm^3. In diese 248 mm^3 teilen sich das Pa. und das Sch. im Verhältnis 99 : 156. Dieses Verhältnis entnahm ich der Berechnung bei c). Somit ergibt sich: Pa + Interzellularen = 96 mm^3
Sch + " = 152 "

Von den gefundenen Volumina für Pa. und Sch. müssen die Interzellularvolumina subtrahiert werden, um das reine Pa. und Sch.-Volumen zu erhalten. Die Interzellularen (80 mm^3) verteilen sich auf das Pa. und das Sch. im Verhältnis der Dicke dieser Gewebe (siehe unter b.: 0,027 mm und 0,043 mm; also 3 : 5). Dabei nahm ich an, dass die Interzellularen sich gleichmässig im Mesophyll ausbreiten. Ein Fehler ist hier unvermeidlich, denn das Sch. hat relativ mehr Interzellularen als

das Pa. Die Werte für das Pa. werden also zu gross und für das Sch. zu niedrig sein. Es scheint mir aber unmöglich, eine genauere Verteilung vorzunehmen.

In dem Pa. befinden sich danach 30 mm^3 Interzellularen, im Sch. 50 mm^3.

Zusammenfassendes Ergebnis:

Volumen von	Ep.	= 67	mm^3
	Pa.	= 66 (96 - 30)	"
	Sch.	= 102 (152 - 30)	"
	Int.	= 80	"
	Rip.	= 23	"

d. Auf 1 mm^2 Blattfläche entfallen: Blattfläche = 3600 mm^2.

Volumen von	Ep.	= 67 : 3600 = 0,018	mm^3
	Pa.	= 66 : 3600 = 0,018	"
	Sch.	= 102 : 3600 = 0,028	"
	Int.	= 80 : 3600 = 0,022	"
	Rip.	= 23 : 3600 = 0,006	"

e. Die Zahlenwerte unter d können auch bestimmt werden, wenn man 1 mm^2 Blattfläche mit der mittleren Dicke von o. Ep., Pa., Sch. und u. Ep.. wie sie unter b. gemessen ist, multipliziert. Es ergibt sich:

Volumen von	Ep.	= 0,018 . 1 = 0,018	mm^3
	Pa.	= 0,027 . 1 = 0,027	"
	Sch.	= 0,043 . 1 = 0,043	"

Auf das Pa. und das Sch. müssen wiederum die Interzellularen, nämlich 0,022 mm, im Verhältnis 3 : 5, d.i. 0,008 mm^3 und 0,014 mm^3 verteilt werden. Ergebnis:

Volumen von	Ep.	0,018	mm^3
	Pa.	0,019	" (0,027 - 0,008)
	Sch.	0,029	" (0,043 - 0,014)
	Int.	0,022	"

Das sind also fast gleiche Werte, wie sie unter d. gefunden wurden.

f. Bestimmung der Zellenzahl des Pa. und des Sch. - Das mittlere Volumen der Palissadenzelle und der Schwammparenchymzelle erhielt ich aus je 30 Messungen in Blattbasis, Blattmitte und Blattspitze. Pa.-Zelle = 180 . 10^{-8} mm^3, Sch.-Zelle = 260 . 10^{-8} mm^3.

Zellenzahl von Pa. und Sch. in einem mm^2 Blattausschnitt.

Palissadenzellen	0,018 mm^3	: 0,00000180	= 10000 Zellen
Schwammparenchymzellen	0,028 "	: 0,00000260	= 10800 "
			Sa. 20800 "

Zellenzahl von Pa. und Sch. im ganzen Blatte.

Palissadenzellen	66 mm^3	: 0,00000180	= 36600000
Schwammparenchymzellen	102 mm^3	: 0,00000260	= 39200000
			Sa. 75800000 Zellen.

g. Bestimmung der Chloroplastenzahl und -Oberfläche des Pa. und des Schw.- 40 Zählungen ergaben in den Palissadenzellen je 10, in den Schwammparenchymzellen je 15 Chloroplasten.

Chloroplastenzahl von Pa. und Sch. in einem mm^2 Blattausschnitt.

Palissadengewebe	10000 . 10	= 100000	Einzelchloropl.
Schwammgebebe	10800 . 15	= 162000	"
		Sa. 262000	"

Chloroplastenzahl von Pa. und Sch. im ganzen Blatte.

Palissadengewebe	36600000 . 10	= 360000000	Einzelchloropl.
Schwammgewebe	39200000 . 15	= 580000000	"
		Sa. 940000000	"

h. Oberfläche der Chloroplasten. - Einzelchloroplastenoberfläche = 5660 . 10^{-8} mm . Chloroplastenoberfläche in einem mm^2 Blattausschnitt = 262000 . 5660 . 10^{-8} = 14,8 mm^2. Gesamtchloroplastenoberfläche = 940000000 . 10^{-8} = 53200 mm^2.

Hier möchte ich kurz zum Vergleich auf die Zahlen HABERLANDTs (12) hinweisen. HABERLANDT hat für mehrere Pflanzen die Anzahl der Chloroplasten im Palissaden- und Schwammgewebe durch Zählung approximativ bestimmt. Er fand für *Tropaeolum majus* in 1 mm^2 Blattausschnitt = 383000 Einzelchloroplasten. Auf dem Wege meiner vorhin dargestellten Methode erhielt ich in dem gleichen Blattausschnitt bei derselben Pflanze = 426000 Einzelchloroplasten.

B. DIE INTERZELLULAREN DES BLATTES.

a. Bestimmung des Volumens der Interzellularen.

Das Volumen der Interzellularen wurde nach der von UNGER (34) erdachten Methode bestimmt. Ich benützte zu den Gewichtsbestimmungen die analytische Wage, an deren einem Wagbalken an einer Drahtvorrichtung das Blatt befestigt und später in ein mit Wasser gefülltes Blechgefäss eingetaucht werden konnte. Zunächst ist das Volumen des Blattes zu bestimmen. Das Blatt wurde zuerst in der Luft und gleich darauf in Wasser untergetaucht gewogen. Die Differenz des Gewichtes ist gleich dem Gewicht der verdrängten Wassermasse, die dem Volum des Blattes entspricht. Zu subtrahieren ist noch das Volumen des unter Wasser getauchten Teiles der Drahtvorrichtung, z.B.

Ein Blatt von *Aucuba japonica*.

Gewicht der Drahtvorrichtung in Luft 4529 mgr
" " " " Wasser 4510 "
Gewichts-Volumen des untergetauchten Drahtes: 19 " oder mm^3
Gewicht von Blatt u. Draht in Luft = 5639
" " " " " " Wasser 4315
Gewichtsverlust Volumen) 1324 mgr oder mm^3
Volumen des Drahtes subtrahiert 19 mgr
Volumen des Blattes: 1305 mgr oder mm^3

Die Temperatur des Wassers betrug während der Wägung 18°. Damit ist folgende Korrektur anzubringen:

bei 18° ..... 1 mgr Wasser = 1,00131 mm^3
1305 " " = 1306,5 "
Also Blattvolumen: 1306,6 "

Nun ist das Volumen der Interzellularen zu bestimmen. Zu diesem Zwecke wird das Blatt mit Wasser injiziert. Zum Entfernen der Luft benützte ich die Wasserstrahl-Luftpumpe. Das Aufsteigen von Luftblasen zeigt das Entweichen der Luft an. Bei längerer Fortdauer des Saugens sammelt sich auch die Luft, welche im Wasser enthalten ist, in Bläschenform an der Blattfläche und an den Wänden des Gefässes an. Es ist nicht möglich, diese Blasen später ganz zu entfernen, doch stören sie die Injektion nicht. Zweckmässig ist es, das Wasser schon vorher einmal zu entlüften, oder abgekochtes Wasser zu nehmen. Lässt man nun die Aussenluft wieder zutreten, so wird das Blatt mit Wasser injiziert und erscheint glasig und durchsichtig. Es wird auf's neue unter Wasser gewogen. Die Gewichtszunahme gegenüber dem nicht injizierten Blatte rührt von der Erfüllung der Interzellularen mit Wasser her. Dieses ist in die Interzellularräume eingedrungen. Sein Volumen ist gleich dem Interzellularvolumen.

Blatt von *Aucuba japonica*.

Gewicht des injizierten Blattes in Wasser: 4635 mgr
" " nicht " " " " " 4315 "
Gewichtszunahme (Gewicht des injiz. Wassers) = Vol. d. Int. 320 " = 320 mm^3
Volumen des injizierten Wassers = Volumen der Interzellularen = 320 mm^3.

mit Temperaturkorrektion	Vol. d.	Blattes	1305 mm^3	d.i. 24.5%
	" "	Interzellul.	320,3 mm^3	
ohne "	" "	Blattes	1305 mm^3	d.i. 24.5%
	" "	Interzellul.	320 mm^3	

Eine Temperaturkorrektion erscheint demnach für meine Zwecke überflüssig. Das Blatt von *Aucuba japonica* ist ein grosses Objekt. Bei kleinen Blättern wurden mehrere gemeinsam bestimmt.

Luftblätter von *Hippuris vulgaris*.

1. Versuch. 14 Blätter.			2. Versuch. 13 Blätter.		
Gewicht in Luft	2051,5 mgr		2047,5	mgr	
" " Wasser	1943,5 "		1946	"	
Gewichtsverlust	108 "		101,5	"	
Drahtvolumen subtrahiert	- 21 "		-21	"	
Volumen d. 14 Blätter	87 "	= mm³	80,5	"	= mm³
Injizierte Blätter	1970 "		1967	"	
Nicht injizierte Bl.	1943,5 "		1946	"	
Volumen der Interz.	26,5 "	= mm³	21	"	= mm³
Ein Blatt: Volumen =	6,21 "		6,19	"	
Interzellularen	1,89"	=30,4%	1,61 mm³		= 26,0%

Diese Schwankung in der Prozentzahl beruht z.T. in einer verschiedenen Individualität des Blattes, z.T. auf unvermeidlichen Fehlern. Ich werde darum die Fehler besprechen, die dieser Methode anhaften. UNGER geht in seiner Abhandlung auf's genaueste auf diese Fehler ein. Folgende führt er an:

1. Imbibition der Zellen während der Wasser-Injektion; darum Vermehrung des Gewichtes bei der Bestimmung der injizierten Wassermenge und als Folge eine zu grosse Volumzahl für die Interzellularen.

2. "Auch die luftführenden Spiralgefässe werden mit Wasser erfüllt". Das ergibt ebenfalls eine zu grosse Volumzahl.

3. Unvollkommene Injektion, und daher eine zu kleine Volumzahl.

Zu 1): Was den ersten Fehler betrifft, so lässt sich derselbe nicht vermeiden. Eingeschränkt wird er, wenn die Blätter in voller Turgeszenz bestimmt werden. Nach dem Abschneiden sind sie sogleich unter eine feuchte Glasglocke zu bringen und die Wägung muss alsdann in der Luft möglichst schnell geschehen. Wie die Verdunstung die Werte beeinflusst, zeigen folgende Beispiele (die Blätter lagen unter der feuchten Glasglocke und wurden zu den angegebenen Zeiten gewogen).

Syringa vulgaris:	9,15 h	= 2290 mgr		*Hedera Helix*:	7,25 h	= 4778 mgr
	9,20 h	= 2287 "			9,0 h	= 4773 "
	10,5 h	= 2284 "				

Tropaeolum majus: Dieses Blatt nimmt während des Wägens an Gewicht ab.

Zu 2): Dieser Fehler wird unbedeutend, da die Gefässe im normalen Blatte schon fast völlig mit Wasser erfüllt sind.

Zu 3): Diese Fehlerquelle ist wohl zu beachten. Oft ist mehrfache Injektion nötig; vorheriges Einschneiden und Anstechen erleichtert das Eindringen des Wassers. Unterschiedlich erfolgt die Injektion: einmal sehr schnell bei einer Reihe von Blättern (*Calla, Parnassia, Nuphar, Hydrocotyle, Tropaeolum*), zum andern ist ein stundenlanges Verbleiben der Blätter im Wasser nötig (*Syringa, Fagus, Prunus*). Warmes Wasser fördert die Injektion. In den später aufgeführten Blättern gelang eine vollkommene Infiltration.

Um weitere Ungenauigkeiten zu vermeiden, ist das Blatt vor dem Wägen durch Abpinseln von anhaftenden Staubteilchen zu reinigen, ausserdem sind unter Wasser dem Blatte anhaftende Luftbläschen zu entfernen. Schlecht benetzbare Blätter (verursacht durch Behaarung, Wachsüberzug) können vorher in warmes Wasser oder Alkohol eingetaucht werden (*Tropaeolum, Daphne*).

Zuletzt haftet meinen Bestimmungen ein Fehler an, weil es mir nicht gelang, an der 3. Stelle nach dem Komma Genauigkeit bein Wiegen zu erzielen. Es lag dies hauptsächlich an der Adhäsion zwischen Wasser und Draht. Das bedeutet z.B. für *Hippuris vulgaris* (siehe Versuch 2, Seite 461) folgendes:

13 injizierte Blätter: statt 1967 mgr. auch 1968 mgr.
nicht " " " 1946 " " 1945 "
Volumen d. Interzellularen 21 mm^3 " 23 mm^3
Ein Blatt, Volumen d.
Interzellularen 1,61 mm^3 " 1,77 mm^3
d. i. statt 26,0% " 28,5% d. Blattvolums.
Unterschied 2,5%

Also ein Schwanken um 2,5%. *Hippuris* ist ein kleines Objekt. Bei grossen Objekten, und das sind die meisten, ist die Schwankung geringer, z.B.

Aucuba japonica (siehe Seite 460).

Injiziertes Blatt 4635 mgr. auch 4633 mgr
Nicht " " 4315 " " 4317 "
Interzellularen 320 " 316 " = mm^3
d. i. statt 24,5% " 24,2% des Blattvolums.
Unterschied: 0,3%.

Von kleinen zu grossen Blättern ist danach ein Schwanken der Prozentwerte um 2,5% oder 0,3% möglich, im Mittel also um 1,5%. Folglich kann ich von 2 Blättern, deren Interzellularenvolumen 23% und 24,5% oder 18% und 16,5% des Blattvolumens beträgt, aussagen, dass sie gleiche Interzellularenvolumina besitzen.

B. Das Interzellularvolumen während der Entwicklung.

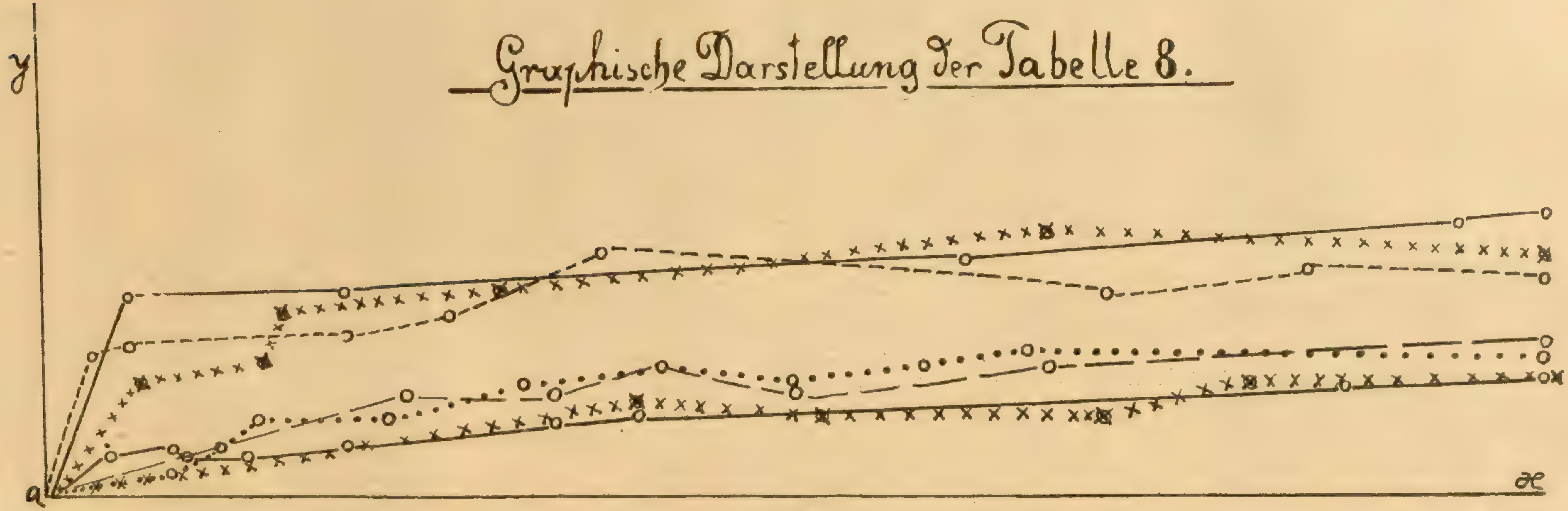
Der Quotient $\frac{29}{3}$ bedeutet $\frac{\text{Volumen des Blattes}}{\text{Volumen der Interzellularen.}}$

Alle Zahlen sind Mittelwerte aus 3 oder 4 Bestimmungen. *Syringa* und *Pirus* als Vertreter der laubabwerfenden Sträucher und Bäume, *Daphne* als Schattenstrauch, *Hedera* als Vertreter des wintergrünen Blattes, *Ficaria*, *Caltha* und *Calla* als schatten- und feuchtigkeitsliebende Kräuter, *Nuphar* und *Limnanthemum* als Schwimmblätter und *Sedum* als Blatt sukkulenter Pflanzen. Die Messungen ergeben folgende Werte:

8. Tabelle.

Syringa vulgaris		Daphne mezereum		Pirus		Hedera Helix		Ficaria verna		Caltha palustris	
	%		%		%		%		%		%
$\frac{29}{2}$	6,9	$\frac{31}{5}$	16,1	$\frac{378}{35}$	14	$\frac{56}{2}$	3,5	$\frac{13}{2,9}$	23	$\frac{36}{3}$	8,3
$\frac{55}{4}$	7,3	$\frac{45}{8}$	17,7	$\frac{476}{72}$	14	$\frac{78}{6}$	7,8	$\frac{37}{8,9}$	24,3	$\frac{61}{10}$	14,7
$\frac{66}{4,5}$	6,8	$\frac{64}{11,5}$	17,9	$\frac{649}{93}$	14	$\frac{106}{13}$	12,2	$\frac{79}{20}$	25,3	$\frac{82}{15}$	18,3
$\frac{120}{8}$	6,6	$\frac{93}{21}$	22,5	$\frac{672}{102}$	15	$\frac{182}{22}$	12	$\frac{99}{27}$	27,2	$\frac{177}{34}$	19,2
$\frac{178}{14}$	7,8	$\frac{128}{34}$	26,5	$\frac{712}{137}$	19,2	$\frac{262}{48}$	18,3	$\frac{147}{56}$	38	$\frac{304}{81}$	26,6
$\frac{294}{36}$	12,2	$\frac{132}{38}$	28,7	$\frac{927}{186}$	20	$\frac{331}{69}$	20,8	$\frac{279}{92}$	32,9	$\frac{566}{124}$	22
$\frac{352}{48}$	13,6	$\frac{130}{35}$	26,9			$\frac{414}{78}$	18,8	$\frac{314}{117}$	37,2	$\frac{2070}{538}$	25,5
$\frac{748}{145}$	18,4					$\frac{472}{105}$	22,2	$\frac{392}{135}$	34,5		
$\frac{881}{178}$	20,4					$\frac{536}{133}$	24,8				
						$\frac{820}{206}$	25,1				

Graphische Darstellung der Tabelle 8.



Calla 148 . . . . . . 538 . . . . 1300 . . . 1570 . . . . 2398 · 2630

Ficaria 13 · 37 . . . . 79 . . . 99 . . 147 . . . 196 . . . . . 279 . . . . 314 392

Limnanthemum 145 . . . 300 . . . 598 . . . . . 980 . . . . . 1287 1960

Syringa 29 · · 55 · 66 · · 120 · · 178 . . . 294 . . 352 . . 440 . . . . 748 . . 881

Daphne . . . . . . 31 . . 45 . . . 65 . . . . 93 130

Hedera . . 65 · · 78 · 106 · · 182 . . 262 . . 331 . . 410 . . 472 · 536 820

Pirus . . . . 378 . . 460 . . . . 672 . . 712 927

In dieser Darstellung sind alle Werte auf ein einheitliches Blattvolumen reduziert. Auf der Abzisse aæ sind die Volumina der Blätter in mm^3 abgetragen, auf der Ordinate ay die Volumina der Interzellularen in % des Blattvolumens.

10. Tabelle.

$\frac{x}{y}$ = $\frac{\text{Volumen des Blattes}}{\text{Volumen der Interzellularen}}$; z% = % des Blattvolumens.

Schwimmblätter.			**Blätter von Pflanzen auf trockenem Standort und sukkulente Blätter.**		
Nuphar luteum, Blatteile		32,2%	Linaria vulgaris	$\frac{23}{6,4}$	27,8%
Nymphaea alba		43,8%	Galeopsis ochroleuca	$\frac{582}{125}$	21,4%
Limnanthemum	$\frac{1287}{545}$	42,3%	Sempervivum tectorum	$\frac{2150}{128}$	5,9%
Hydrocharis morsus ranae	$\frac{428}{177}$	41,3%	Sedum telephium	$\frac{3670}{616}$	16,7%
Untergetauchte Blätter (Bestimmung ungenau)			Aster maritima	$\frac{1010}{247}$	24,4%
Nuphar luteum		15-22%	Atriplex maritima	$\frac{1330}{150}$	11,2%
Hippuris vulgaris	$\frac{3}{0,15}$	5%	**Blätter v. wintergrünen Pflanzen.**		
Ranunculus aquatilis	$\frac{34}{3}$	8%	Buxus sempervirens	$\frac{36,5}{6,17}$	16,9%
Litorella lacustris	$\frac{206}{110}$	53,4%	Aucuba japonica	$\frac{1610}{370}$	22,9%
Luftblätter von im Wasser wachsenden Pflanzen.			Prunus Laurocerasus	$\frac{1183}{283}$	23,9%
Nuphar luteum		39%	Hedera Helix	$\frac{2750}{680}$	24,7%
Nymphaea alba		52%	Ilex Aquifolium	$\frac{1062}{294}$	27,5%
Menyanthes trifoliata	$\frac{958}{361}$	37,6%	Rhododendron ponticum	$\frac{1570}{405}$	25,7%
Alisma Plantago	$\frac{1850}{513}$	27,7%	Berberis aquifolium	$\frac{452}{100}$	22,1%
Calla palustris	$\frac{2638}{1248}$	47,3%	Vinca minor	$\frac{240}{58}$	24,1%
Blätter von Pflanzen auf feuchtem schattigem Standort.			Camellia japonica	$\frac{1358}{311}$	22,9%
Majanthemin bifolium	$\frac{502}{93}$	18,5%	**Blätter von sommergrünen Bäumen.**		
Parnassia palustris	$\frac{284}{131}$	46,1%	Fagus silvatica Sonnenblatt	$\frac{458}{78}$	17%
Hydrocotyle vulgaris	$\frac{327}{79}$	24,1%	Fagus silvatica Schattenblatt	$\frac{338}{80}$	23,3%
Caltha palustris	$\frac{1580}{407}$	25,8%	Prunus serotina Sonnenblatt	$\frac{290}{56}$	19,5%
Ficaria verna	$\frac{392}{135}$	34,5%	Prunus serotina Schattenblatt	$\frac{290}{87}$	30,0%
Interzellularen einiger Blütenblätter.			Juglans regia Sonnenblatt	$\frac{712}{137}$	19,2%
Nuphar luteum	$\frac{590}{166}$	28,1%	Juglans regia Schattenblatt	$\frac{736}{166}$	22,5%
Nymphaea alba	$\frac{890}{458}$	51,4%	Prunus Persica	$\frac{850}{147}$	17,2%
Lilium candidum	$\frac{1180}{435}$	37,7%			
Lilium bulbiferum	$\frac{630}{258}$	40,1%			

zeigen. Tropische Pflanzen und einjährige Pflanzen eines kälteren Klimas besitzen bei kräftiger Transpiration ein sehr "lakunöses" Schwammparenchym, das aber eingeschränkt wird, wenn eine schwächere Transpiration notwendig erscheint. STAIN (31) äussert, dass Verdunstungsgrösse und Grösse der Interzellularen sich gegenseitig beeinflussen. KOHL (17) und EBERT (6) sehen mehr oder minder grosse Interzellularen als Folge grösserer oder geringerer Transpiration entstehen. HABERLANDT[1] und WARMING[2] sprechen von einer Beziehung der Dimensionen der Interzellularen zu den ökologischen Verhältnissen, so dass, je trockener Klima und Boden sind, und damit die Gefahr zu grosser Verdunstung besteht, die Interzellularen sich verengen; an feuchten und schattigen Standorten sei es für die Pflanzen angezeigt, das Schwammparenchym mit grossen Lufträumen recht mächtig zu entwickeln, weil durch die äusseren Verhältnisse die Intensität der Verdunstung sehr herabgesetzt wird. KNY stellt fest, dass das Schwammparenchym und damit die Interzellularen den Bedürfnissen der Verdunstung angepasst sind.

Aus diesem kurzen Hinweis auf die Ansichten der verschiedenen Forscher geht hervor, dass die obige Frage bejahend beantwortet wird. Ausser bei UNGER und STAHL findet sich nirgends eine zahlenmässige Angabe über die Grösse der Interzellularvolumina. Was über die Grösse der Interzellularen ausgesagt wird, gründet sich allein auf das ebene Schnittbild des Mikroskops. Wohl ist zunächst physikalisch zu verstehen, dass mit wachsenden Interzellularen die Möglichkeit grösserer Verdunstung gegeben ist, weil die Verdunstungsfläche sich vergrössert, denn für die Verdunstungsfläche ist nur die Form der Interzellularen von Bedeutung, aber für die Regelung der Transpirationsgrösse stehen dem Blatte neben der Veränderung in der Grösse des Interzellularvolumens weitere Einrichtungen zur Verfügung. Zunächst sei auf die Ausbildung des Spaltöffnungs-Apparates hingewiesen. Schon PFEFFER hebt die Wichtigkeit desselben hervor, und RENNER[3] kommt in seinen eingehenden, über den Vorgang der Verdunstung Klarheit bringenden Untersuchungen zu dem Schluss, dass in letzter Linie die Ausbildung der Spaltöffnungen für die Transpirationsgrösse massgebend sei. Von grosser Bedeutung für die Regelung der Transpiration sind weiterhin Bau der Epidermis, Cuticula, Hypodermis, Behaarung und Zusammensetzung der Zellmembran. Es ist darum wohl die Erwägung berechtigt, ob grosse Interzellularen auch an trockenen, die Verdunstung fördernden und damit die Gefahr der Vertrocknungen erhöhenden Orten vorkommen können, wenn die Blätter in den eben genannten Strukturverhältnissen wirksame Schutzmittel ausbilden. Das Gegenteil würde an feuchten, schattigen, die Verdunstung hemmenden Orten zutreffen. Ich möchte von dieser Ansicht ausgehend Tabelle 10 besprechen:

Interzellularen in % des Blattvolumens	Zahl der Spaltöffnungen pro mm²	Interzellularen in % des Blattvolumens	Zahl der Spaltöffnungen pro mm²
	Fagus silvatica		*Nuphar luteum*
Schattenbl. 23,3%	160	Schwimmbl. 33,2%	480
Sonnenbl. 17,0%	400	Luftbl. 39,0%	550
		Nymphaea alba.	
		Schwimmbl. 43,8%	330
		Luftbl. 52,6%	450

Die Transpiration muss bei dem Sonnenblatt von *Fagus* und den Luftblättern von *Nuphar* und *Nymphaea* unbedingt grösser sein, als bei dem Schattenblatt bzw. den Schwimmblättern, denn letztere haben weniger Spaltöffnungen und die Messung derselben ergibt keine Unterschiede gegenüber denen der ersteren, dazu ist die Luft, welche Schwimm- und Schattenblätter umgibt, feuchter und weniger bewegt. Während nun bei *Fagus* eine Abnahme des Interzellularvolumens festzustellen ist,

1) HABERLANDT, Physiologische Pflanzenanatomie (Leipzig 1918), insbes. S. 406 ff.
2) WARMING-JOHANNSEN, Lehrb. d. Allgem. Bot. (Berlin 1904), insbes. S. 201-203.
3) RENNER, Beiträge zur Physik d. Transpiration in Flora C (1910), bes. S. 505.

zeigen *Nuphar* und *Nymphaea* ein starkes Anwachsen derselben. *Linaria* und *Galeopsis* wachsen als Sandpflanzen an Orten, wo die Bedingungen für starke Transpiration und als Folge davon die Verringerung der Lufträume gegeben ist, aber ihre Interzellularvolumina steher anderen Pflanzen (*Caltha, Alisma*) nicht nach. Auch die Pflanzen mit immergrünen Blättern gedeihen häufig unter den gleichen Aussenbedingungen wie *Linaria* und *Galeopsis*, und sie entwickeln dennoch im Mittel 24% Interzellularen (*Hydrocotyle* hat auf sumpfigem Boden ebenfalls 24% Interzellularen). Ferner möchte ich noch folgendes anführen: *Nuphar* (32,2%) und *Linaria* (27,8%, trockener, sonniger Standort) nähern sich in ihrem Interzellularvolumen. *Parnassia* (46%, feuchter Standort) übertrifft das Interzellulrvolumen des Schwimmblattes von *Nuphar* bei weitem. *Majanthemum bifolium* (18,5%, feuchter, schattiger Standort) hat gleiche Interzellularen mit *Fagus* (Sonnenblatt 17%). *Hedera Helix* (24,7%, sonnige Mauer) und *Caltha palustris* (25,8%, feuchter Standort) besitzen dieselben Prozentwerte. *Ficaria verna* (34,5%) entwickelt weit grössere Interzellularen als *Alisma* (27,7%, im Wasser wachsend). Das Schattenblatt von *Prunus serotina* (30%) nähert sich dem Schwimmblatt von *Nuphar* (32,2%). - Hinzugefügt sei noch, dass BREMNER (3) grosse (nicht zahlenmässig bestimmte) Interzellularen bei *Sempervivum assimile* fand (gegen die allgemeine Ansicht von der Kleinheit der Interzellularen bei Xerophyten), und HEINRICHER (14) berichtet, dass bei isolateralen Blättern trockener Standorte "häufig das lockere Gefüge des Mesophylls auffällt" (*Armeria vulgaris, Genista tinctoria, Centaurea jacea, Scabiosa ucrainica*). - Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine einfache Beziehung zwischen Standort und Grösse der Interzellularvolumina oder zwischen letzteren und Grösse der Transpiration nicht besteht. Das Interzellularvolumen ist nur ein Faktor in der Reihe der Blattstrukturen, die in verschiedenartigster Kombination die Transpirationsgrösse bestimmen. Oder man kann auch folgern, dass die Bedürfnisse der Transpiration und des Transpirationsschutzes nicht die einzigen für die Ausbildung der Interzellularsysteme wirksamen Faktoren sind.

E. Gekammerte und nicht gekammerte Interzellularsysteme.

Wird nach Wiederherstellung des atmosphärischen Druckes der Fortgang der Wasserinjektion beobachtet, so ist festzustellen, dass bei einigen Blättern die Injektion plötzlich und vollkommen stattfindet, bei anderen dagegen das Wasser langsam entlang den Rippen vordringt. Bei der ersten Art erfolgt eine Injektion nur, wenn die Blätter vollständig untergetaucht sind; bei der zweiten wird auch der unter Wasser befindliche Teil injiziert, wenn selbst grössere Teile des Blattes aus dem Wasser hervorragen. Über die "Wegsamkeit des Mesophylls" berichtet eingehend NEGER (22). Ergänzend zu dessen Beobachtungen will ich noch hervorheben, dass bei Blättern, die auf der Ober- und Unterseite Spaltöffnungen haben, jedesmal die Injektion unterbleibt, wenn nur die eine Seite ins Wasser getaucht wird; es besteht also hier eine durchgehende Verbindung von der Oberseite zur Unterseite. Den ersten Typus (Injektion plötzlich und vollkommen) fand NEGER bei immergrünen Nadelhölzern und bei wintergrünen Laubhölzern. Meine Bestimmungen zeigen, dass dieser Typus auch bei Schwimmblättern und bei Blättern feuchter Standorte weit verbreitet ist (*Nuphar, Nymphaea, Calla, Limnanthemum, Parnassia, Alisma* - Ausnahmen: *Caltha, Hydrocotyle, Menyanthes*). Der zweite Typus (Injektion entlang den Rippen) gilt für die sommergrünen Laubblätter und Blätter von krautigen Pflanzen (*Fagus, Prunus, Daphne, Tropaeolum, Ficaria*). NEGER bezeichnet den ersten Typus als homobarisch, den zweiten als heterobarisch, weil einmal in allen Teilen derselbe Druck, zum anderen verschiedener Druck herrschen soll. Ich möchte diese Bezeichnung nicht anwenden, da nicht einzusehen ist, warum bei dem zweiten Typus in den mehr oder weniger grossen durch die Rippen getrennten Räumen verschiedene Drucke entstehen sollen. Ich ziehe darum die keine derartige Voraussetzung fordernde Bezeichnung "gekammerte" (NEGER: heterobarisch) und "nicht gekammerte" (NEGER: homobarisch) Interzellularsysteme vor. Die Tatsache, dass die Wasser- und Sumpfpflanzen nichtgekammerte Interzellularsysteme besitzen, widerlegt die ökologische Deutung, die NEGER für den Typus gibt: "Blätter, die

den Gefahren übermässiger Transpiration ausgesetzt sind, emanzipieren sich mehr oder weniger von der zeitweise ausserordentlich trockenen Aussenluft, indem sie eine das Mesophyll umgebende Atmosphäre schaffen (d.s. Blätter der Nadelhölzer, sowie Blätter der Hartlaubvegetation). Krautige, nur eine Vegetationsperiode tätige Blätter haben dazu keine Veranlassung". Überhaupt scheint mir diese Deutung unwahrscheinlich oder unklar, da doch auch Blätter mit gekammertem Interzellularsystem eine das Mesophyll umgebende Atmosphäre besitzen.

C. ÜBER SONNEN- UND SCHATTENBLÄTTER.

In der neueren Literatur behandeln besonders NORDHAUSEN (23) und SCHRAMM (30) eingehend den anatomischen Bau und die Entwickelung der Sonnen- und Schattenblätter. HESSLER (15) untersuchte anatomisch die Sonnen- und Schattenblätter immergrüner Pflanzen. Hier will ich nun durch Volumbestimmung das Charakteristische der beiden Blattypen kennzeichnen. Die Zahlenwerte sind Mittelwerte aus 3 - 4 Blättern. Die Blätter wurden der gleichen Stelle des Sprosses entnommen. Das erscheint wichtig, da nach NORDHAUSEN (durch Untersuchung an Blättern der Buche) die Blätter eines Sprosses im Grössenverhältnis schwanken, mit einem Minimum beginnen, nach der Spitze zu ein Maximum erreichen und darüber hinaus wieder etwas abnehmen, und ferner, da die Blätter der Lichtsprosse nach der Sprossbasis zu die Tendenz zur Ausbildung von Schatten-Merkmalen zeigen.

Tabelle 11 (Seite 470-471) zeigt, dass das Sonnenblatt bei grösserem Volumen eine kleinere Gesamtoberfläche als das Schattenblatt hat. Die spezifische Oberfläche (Oberfläche : Volumen = O : V) beträgt beim Sonnenblatt 10,9, beim Schattenblatt 21,3. Die Epidermis des Sonnenblattes nimmt nur einen geringeren Prozentwert des Blattes ein, sie ist aber dennoch stärker als die des Schattenblattes, da auf 1 mm^2 Blattfläche 0,023 mm^3 gegenüber 0,018 mm^3 des Schattenblattes entfallen. Das Schwammparenchym des Schattenblattes ist kräftig entwickelt, mit 30,1% überragt es um 7% das des Sonnenblattes, anders aber bleibt sein Palissadenparenchym, welches 19,5% des Blattvolumens beträgt, weit hinter dem des Sonnenblattes (42,3%) zurück. Der Mesophyllquotient (Pa : Sch) des Sonnenblattes ist gleich 1,78; der des Schattenblattes 0,64. Das Sonnenblatt hat ein um 6% geringeres Interzellularvolumen als das Schattenblatt.

Aus Tabelle 12 (Seite 470-471) geht hervor, dass die Pa_1-Zellen des Sonnenblattes ein grösseres Volumen besitzen als seine Pa_2-Zellen. Die Pa_1-Zellen des Schattenblattes haben gleiches Volumen mit den mehr oder weniger gestreckten prismatischen bis kegelförmigen Pa_2-Zellen des Sonnenblattes. Das Membranvolumen aller Mesophyllzellen stellt sich auf rund 20% des Zellvolumens. Somit bleibt für das reine Zellvolumen 80% übrig. Die Cytoplasma-Chloroplastenrelation ist im Sonnen- und Schattenblatt eine ähnliche; gleichzusetzen ist die Relation der Pa_2 Zollen des Sonnenblattes und der Pa_1Zellen des Schattenblattes.

Nach Tabelle 13 (Seite 470 - 471) ist das Einzelchloroplastenvolumen des Sonnenblattes kleiner als das Einzelchloroplastenvolumen des Schattenblattes. Mit dieser Volumverminderung des Einzelchloroplasten ist ein Zuwachs in der Anzahl d. Zellchloroplasten festzustellen. Die Verringerung des Einzelchloroplastenvolums, verbunden mit einem Anwachsen in der Zahl der Zellchloroplasten, trägt wesentlich zur Vergrösserung der Gesamtchloroplastenoberfläche bei: z.B. 100 Einzelchloroplasten des Schattenlattes entwickeln bei einem Volumen von $2950 \cdot 10^{-8}$ mm^3 eine Oberfläche von 0,00566 mm ; auf das gleiche Volumen ($2950 \cdot 10^{-8}$ mm^3) entfallen 135 Einzelchloroplasten des Sonnenblattes mit einer Oberfläche von 0,00631 mm^2. In einem mm^2 des Blattausschnittes des Sonnenblattes beträgt die Gesamtchloroplastenoberfläche 31 mm^2, im Schattenblatt nur 14,8 mm^2, also rund die Hälfte. Das Schattenblatt hebt diesen Nachteil zum Teil durch stärkere Vergrösserung der Gesamtblattoberfläche wieder auf, insgesamt bleibt aber seine Gesamtchloroplastenoberfläche (53000 mm^2) stark hinter der des Sonnenblattes (770000 mm^2) zurück. HABERLANDT (12) setzt quantitative Ausbildung des Chlorophyllapparates und jeweilige Assimilationsenergie in Beziehung zueinander. Er stellt bei seinen Untersuchungen die Anzahl der Chloroplasten fest. Ich möchte hier die Gesamtchlo-

11. Tabelle. Fagus silvatica.
Blatt, Epidermis, Mesophyll, Interzellularen, Rippen.
Pa_1 = 1. Zellreihe des Palissadengewebes im Sonnen- resp. Schattenblatt.
Pa_2 - 2. " " " " " " "

	Gesamtoberfl. d. Bl. mm^2	Volumen d. Blattes mm^3	Spezif. Oberfl. $\frac{O}{V}$	Volumen von Ep mm^3	Pa_1 mm^3	Pa_2 mm^3	Sch mm^3
Sonnenblatt	4980	458	10,9	57	128	66	109
	7200	338	21,3	67	66		102

12. Tabelle. Fagus silvatica.
Die Mesophyllzellen und ihre Zellbestandteile.

	Zellvolumen einer Zelle aus dem:		Pa_1	Pa_2	Sch	Cytoplasmavolumen einer Zelle aus dem:	
Sonnenblatt	Mit Membr.	243.10^{-8} mm^3	194.10^{-8} mm^3	330.10^{-8} mm^3		32.10^{-8} mm^3	22.10^{-8} mm^3
	ohne "	192.	155.	270.			
Schattenblatt	mit "	180.		260.		21.	
	ohne "	147..		210.			

13. Tabelle. Fagus silvatica.
Die Chloroplasten.

	Volumen der Einzelchloropl. mm^3	Oberfläche der Einzelchloropl. mm^2	Zahl der Zellchloropl. Pal	Pa2	Sch
Sonnenblatt	$2,180 . 10^{-8}$	$4680 . 10^{-8}$	17	13	15
Schattenblatt	2,950. "	5660 . "	10		15

roplastenoberfläche beider Blätter miteinander vergleichen, denn für den Assimilationsvorgang ist die Chloroplastenoberfläche, nicht Zahl und Volumen der Einzelchloroplasten, massgebend (siehe unten). Es ergibt sich danach das Verhältnis 77 : 53, d.h. wird die Assimilationsenergie in Hinblick auf die Gesamtchloroplastenoberfläche beim Schattenblatt = 1 gesetzt, so ist die Assimilationsenergie des Sonnenblattes 1,45 mal so gross. - Zum Schluss will ich noch die Berechnungen der Tabelle 13a (Seite 471) anstellen. Die Werte gelten für 1 mm^2 Blattflächenausschnitt.

Diese Berechnung der Tabelle 13a ergibt, dass in demselben Quantum oder Gesamtvolumen (hier 0,10 mm^3) von vielen Einzelzellen sich beim Sonnenblatt wie auch beim Schattenblatt eine gleiche Gesamtoberfläche der in diesem Volumen befindlichen Einzelchloroplasten befindet.

11. Tabelle. Fagus silvatica.
Blatt, Epidermis, Mesophyll, Interzellularen, Rippen
Pa_1 = 1. Zellreihe des Palissadengewebes im Sonnen- resp. Schattenblatt.
Pa_2 = 2. " " " " " " "

Pa / Sch	Volumen		In Prozenten des Blattvolumens					
	von Interzellularen mm^3	von Hauptrippen mm^3	Ep	Pa_1	Pa_2	Sch	Intz	Rip
1,78	78	20	12,4	27,9	14,4	23,8	17,0	4,3
0,64	80	23	19,8	19,5		30,1	23,6	6,9

12. Tabelle. Fagus silvatica.
Die Mesophyllzellen und ihre Zellbestandteile.

Zellchloropl.-Vol. einer Zelle aus dem Pa_1	Pa_2	Relation Cytopl.-vol. : Zellchloropl.Volum.	Membranvolumen einer Zelle aus dem Pa_1	Pa_2	Sch
$37 . 10^{-8}$	$28 . 10^{-8}$	Pa_1 1 : 1,15	$51 . 10^{-8}$	$39 . 10^{-8}$	$60 . 10^{-8}$
		Pa_2 1 : 1,27			
29 . "		Pa_1 1 : 1,38		33 . "	50 . "

13. Tabelle. Fagus silvatica.
Die Chloroplasten.

Zahl der Chloroplasten in einem Blattausschnitt von 1 mm^2			Oberfläche der Chloropl. in 1 mm^2 Blattausch.	im ganzen Blatt
Pa_1 334000	Pa_2 161000	Sch 181000	31	77000
Pa_1 100000		162000	14,8	53200

Tabelle 13a. Fagus silvatica.

Sonnenblatt	Schattenblatt
1 mm^2 Blattflächenausschnitt	1 mm^2 Blattflächenausschnitt
Volumen = 0,182 mm^3	.....0,094 mm^3
Interzellularvolumen = 0,031 "	.....- 0,022 "
Es bleiben Zellvolum. 0,151 "	..... 0,072 "
In 0,15 mm^3 Zellvolumina entwickelt sich eine Chloroplastenoberfläche von 31 mm^2	In 0,072 mm^3 Zellvolumina ..... Chloroplastenoberfläche von 14,8 mm^2
Also: 0,15 mm^3 Zellvolumina.....31 mm^2	Also: 0,072 mm^3 .....14,8 mm^2
Chloroplastenoberfläche	
0,10 " Zellvolumina 20,6 mm^2	0,10 mm^3 .....21 "

Prunus serotina.

Die Messungen bestätigen die Befunde von *Fagus silvatica*. Alle Berechnungen sind dieselben (Tabellen 14, 15, 16, siehe Seite 472 - 473).

14. Tabelle (vgl. Tabelle 11) Prunus serotina.
Blatt, Epidermis, Mesophyll, Interzellularen, Rippen.

	Gesamtoberfl. d. Bl. mm^2	Volumen d. Blattes mm^3	Spezif. Oberfl. $\frac{O}{V}$	Volumen von			
				Ep mm^3	Pa_1 mm^3	Pa_2 mm^3	Sch mm^3
Sonnenblatt	3040	290	10,5	46	82	29	59
Schattenblatt	3980	290	13,7	46	40		99

15. Tabelle (vgl. Tabelle 12) Prunus serotina.
Die Mesophyllzellen und ihre Zellbestandteile.

	Zellvolumen einer Zelle aus dem:				Cytoplasmavolumen einer Zelle aus dem:	
		Pa_1	Pa_2	Sch		
Sonnenblatt	mit Membr.	406.10^{-8}	212.10^{-8}	251.10^{-8}	$30 . 10^{-8}$	$24 . 10^{-8}$
	ohne "	334. "	173. "	201. "		
Schattenblatt	mit "	160. "		204. "	19 . "	
	ohne "	127. "		163. "		

16. Tabelle (vgl. Tabelle 13) Prunus serotina.
Die Chloroplasten.

	Volumen der Einzelchloropl. mm^3	Oberfläche der Einzelchloropl. mm^2	Zahl der Zellchloropl.		
			Pa_1	Pa_2	Sch
Sonnenblatt	$1,710 . 10^{-8}$	$4350 . 10^{-8}$	27	17	18
Schattenblatt	2,190 . "	5180 . "	12		16

Schattenblätter: grössere Gesamtoberfläche des Blattes, grössere spezifische Oberfläche, mehr Interzellularen (23,6% und 30%), geringere Entwickelung der Gesamtchloroplastenoberfläche (in einem mm^2 Blattflächenausschnitt 14,8 mm^2 und 21 mm^2), grösseres Einzelchloroplastenvolumen ($2,950. 10^{-8}$ mm^3 und $2,190. 10^{-8}$ mm^3), Mesophyllquotient = 0,64 und 0,40.

Bei beiden Blättern entfällt auf das gleiche Volumen (0,10 mm^3), bestehend aus einer Summe von Einzelzellen, eine gleiche Gesamtoberfläche der in diesem Volumen befindlichen Einzelchloroplasten (rund 21 mm^2). Weiter lässt sich noch folgendes feststellen: Die Pa_2- und Sch-Zellen des Sonnenblattes haben ein gleiches oder ähnliches Volumen wie die Pa_1- und Sch-Zellen des Schattenblattes. Dasselbe gilt für die Cytoplasma- und Zellchloroplastenvolumina der Pa_2-Zellen des Sonnenblattes und der Pa_1-Zellen des Schattenblattes. Es besteht also, besonders nach Ausschluss der Pa_1-Zellen des Sonnenblattes, eine durchgehende Verwandtschaft zwischen Sonnen- und Schattenblatt. Im Sonnenblatt steckt gleichsam das Schattenblatt, nur ist das Sonnenblatt noch weitergehend differenziert.

D. CHLOROPLASTENVOLUMEN UND OBERFLÄCHE.

(17. Tabelle auf Seite 474.)

14. Tabelle (vgl. Tabelle 11) Prunus serotina.
Blatt, Epidermis, Mesophyll, Interzellularen, Rippen.
Pa_1 = 1. Zellreihe des Palissadengewebes im Sonnen- resp. Schattenblatt
Pa_2 = 2. " " " " " " " "

Pa / Sch	Volumen		In Prozenten des Blattvolumens					
	von Interzellularen mm^3	von Hauptrippen mm^3	Ep	Pa_1	Pa_2	Sch	Intz	Rip
1,88	56	18	15,8	28,2	10	20,3	19,3	6,2
0,40	87	18	15,8	13,7		34,1	30,0	6,2

15. Tabelle (vgl. Tabelle 12) Prunus serotina.
Die Mesophyllzellen und ihre Zellbestandteile.

Zellchloropl.-Vol. einer Zelle aus dem Pa_1	Pa_2	Relation Cytopl.-vol. : Zellchloropl.Volum.	Membranvolumen einer Zelle aus dem Pa_1	Pa_2	Sch
$46 . 10^{-8}$	$29 . 10^{-8}$	Pa_1 1 : 1,53	$72 . 10^{-8}$	$39 . 10^{-8}$	$50 . 10^{-8}$
		Pa_2 1 : 1,20			
26 .		Pa_1 : 1,36	33 . "		41 . "

16. Tabelle (vgl. Tabelle 13) Prunus serotina.
Die Chloroplasten.

Zahl der Chloroplasten in einem Blattausschnitt von 1 mm^2			Oberfläche der Chloropl. in 1 mm^2 Blattausschn.	im ganzen Blatt
Pa_1 351000	Pa_2 151000	270000	33	50000
Pa_1 127000		297000	21	41000

Tabelle 16a. (siehe Tabelle 13a. Die Bezeichnungen sind wie in Tabelle 13a)

Sonnenblatt		Schattenblatt	
= 0,190 mm^3			
= 0,036 "			
= 0,154 "			
0,15 mm .....33 mm^3		0,10 mm .....21 mm^2	
Also 0,15 mm .....33 mm^3		Also 0,10 mm .....21 mm^2	
0,10 mm .....22 mm^3		0,10 mm .....21 mm^2	

In demselben Volumen (0,10 mm^3) von vielen Eimzelzellen befindet sich wieder eine gleiche Gesamtoberfläche der in diesem Volumen enthaltenen Einzelchloropl.

Zusammenfassung: Sonnenblätter: kleinere Gesamtoberfläche des Blattes, kleinere spezifische Oberfläche, weniger Interzellularen (17% und 19%), stärkere Entwickelung der Gesamtchloroplastenoberfläche (in einem mm^2 Blattflächenausschnitt = 31 mm^2 und 33 mm^2), kleineres Einzelchloroplastenvolumen ($2{,}180 . 10^{-8}$ mm^3 und $1{,}710 . 10^{-8}$ mm^3), Mesophyllquotient = 1,78 und 1,88.

17. Tabelle.

	Einzelchloropl. Volum mm^3	Einzelchloropl. Oberfl. mm^2	1 mm^2 Blattflächenausschn. Zahl der Einzelchloropl.	1 mm^2 Blattflächenausschn. Gesamtoberfl.d. Chloropl.	Gesamtchloropl.-Oberfl. innerhalb d. ganzen Blattes	Gesamtoberfläche.
Ficaria verna	$2,43.10^{-8}$	4820.10^{-8}	247000	10,8 mm^2	14200 mm^2	2630 mm^2
Leucojum vernum	3,91. "	5770. "	235000	13,5 "	30500 "	4520 "
Fritillaria imper.	2,60. "	4690. "	660000	30,9 "	95100 "	7060 "
" alba	3,26. "	5200. "	470000	24,8 "	19700 "	1592 "
Caltha palustris	4,09. "	7290. "	273000	19,8 "	91400 "	9240 "
Ranunculus aquat.						
Landform	3,96. "	8010. "	215000	17,2 "	1630 "	190 "
Wasserform	2,20. "	4730. "	99500	4,7 "	1120 "	480 "
Schwimmbl.	3,80. "	7700. "	499000	38,3 "	15600 "	818 "
Hippuris vulgaris						
Luftblatt	4,17. "	8310. "	234000	19,4 "	388 "	40 "
Wasserblatt	3,05. "	6040. "	72000	4,3 "	180 "	84 "
Fagus silvatica						
Schattenblatt	2,95. "	5660. "	262000	14,8 "	53200 "	7200 "
Sonnenblatt	2,18. "	4680. "	676000	31,0 "	77000 "	4980 "
Prunus serotina						
Schattenblatt	1,71. "	4350. "	772000	33,0 "	50000 "	3040 "
Sonnenblatt	2,19. "	5180. "	424000	21,0 "	41000 "	3980 "
Tropaeol. majus	1,83. "	4650. "	426000	19,8 "	105000 "	11620 "
Linaria vulgaris	1,72. "	4680. "	690000	32,2 "	2060 "	128 "
Genista tinctoria	3,04. "	6350. "	644000	40,8 "	7540 "	370 "
Litorella lacustr.	4,37. "	6730. "	90000	6,0 "	1350 "	450 "

Aus Tabelle 17 ergibt sich, dass das Einzelchloroplastenvolumen keine Abhängigkeit vor der Gesamtblattoberfläche oder dem Blattvolumen (dieses siehe Tabelle 18) zeigt. Kleinvolumige Blätter können grosse Einzelchloroplastenvolumina besitzen (*Genista, Hippuris,* Luftblatt) und grossvolumige Blätter kleine Einzelchloroplastenvolumina (*Tropaeolum*). Auch besteht keine Beziehung zwischen Zellvolumen (dieses siehe Tabelle 19) und Einzelchloroplastenvolumen. Die Angehörigen derselben Familie haben wechselnde Grössen der Einzelchloroplastenvolumina. Das zeigen die 3 Vertreter der Liliifloren (*Leucojum, Fritillaria imperialis* und *alba*). Ein Zusammenhang zwischen Chloroplasten und natürlichem Verwandtschaftsverhältnis erweist sich nicht. MÖBIUS stellte fest, dass die Chloroplasten der holzigen Pflanzen die kleinsten Durchmesser haben. Ähnliches zeigen die Volumina der Einzelchloroplasten von *Prunus* und *Fagus*. Diese gehören in Tabelle 17 zu den kleineren Einzelchloroplastenvolumina. Hier kann mangels zahlreicher Bestimmungen nur folgendes angedeutet werden: Oben (Seite 471, 472) fand ich, dass die Sonnenblätter kleinere Einzelchloroplastenvolumina besitzen als die Schattenblätter. Die Einzelchloroplastenvolumina der Sonnenblätter stehen in der Reihe der kleinsten in Tabelle 17 gemessenen Einzelchloroplastenvolumina. In diese Reihe können noch *Tropaeolum* und *Linaria*, beides Pflanzen, deren Blätter gleich den Sonnenblättern von *Prunus* und *Fagus* in ihrem anatomischen Bau eine typische Anpassung an starke Lichtintensitäten zeigen, eingefügt werden. So möchte ich die Abhängigkeit der Grösse der Einzelchloroplastenvolumina von biologischen Verhältnissen in Erwägung ziehen, und es bliebe näher zu untersuchen, ob im allgemeinen die Pflanzen, die sich unter kräftiger Beleuchtung entwickeln, die kleineren Einzelchloroplastenvolumina besitzen.

LUBIMENKO (19) stellte in seiner Arbeit "Sur la sensibilité de l'appareil chlorophyllien" durch Vergleich der bei starker Vergrösserung gezeichneten Chloroplasten von *Pinus* und *Betula* (des plantes ombrophobes) mit denen von *Abies* und *Tilia* (des plantes ombrophiles) fest, dass die schattenliebenden Pflanzen die grösseren Einzelchloroplasten besitzen. Auch HESSNER (15) erwähnt auf Seite 55, dass in einigen Fällen konstatiert wurde, dass im Schatten grössere Chlorophyllkörner vorhanden waren (*Buxus sempervirens, Azalea Himodegri*). Wie und ob die Autorin die Messungen vornahm, ist aus den Untersuchungen nicht zu ersehen.

Die Moose, die mit der ganzen Blattfläche Kohlensäure aufnehmen, entwickeln eine Gesamtchloroplastenoberfläche, die gleich bis doppelt so gross ist wie die Gesamtoberfläche des Blattes.

Die Kohlensäure aufnehmende Fläche der höheren Pflanzen ist die Interzellularoberfläche. Es wäre nun interessant zu wissen, ob diese Kohlensäure-aufnehmende Interzellularoberfläche zu der Gesamtchloroplastenoberfläche in einem ähnlichen Verhältnis stände, wie die Gesamtoberfläche des Moosblattes zu seiner Gesamtchloroplastenoberfläche. Da es aber zunächst unmöglich ist, die Grösse der Interzellularoberfläche zu messen, kann eine Antwort nicht gegeben werden.

Ein Zusammenhang zwischen Interzellularvolumen und Gesamtchloroplastenoberfläche besteht nicht. Für beides sind die Werte, die auf 1 mm^2 Blattflächenausschnitt entfallen, in Tabelle 18 angegeben. *Ficaria* und *Linaria* besitzen bei gleichem Interzellularvolumen (0,10 mm^3) recht verschiedene Gesamtchloroplastenoberflächen (10,8 mm^2 und 32,2 mm^2), *Leucojum* und *Fagus* (Schattenblatt) entwickeln eine ähnliche Gesamtchloroplastenoberfläche (13,5 mm^2 und 14,8 mm^2) bei einem unterschiedlichen Interzellularvolumen (0,27 mm^3 und 0,02 mm^3).

Eine nahestehende Übereinstimmung zeigen innerhalb der Gruppen a, b und c der Tabelle 18 (Seite 476 . 477) die Gesamtchloroplastenoberflächen, die sich in der Einheit (0,10 mm^3) Zellvolumina entwickeln. Schon bei der Besprechung der Sonnen- und Schattenblätter von *Prunus* und *Fagus* zeigte ich auf Seite 471, 473 in Tabelle13a und 16a diese Tatsache. Hier will ich kurz ausführen, wie die Berechnung erfolgt. Zunächst wird vom Volumen eines mm^2 Blattflächenausschnittes das zugehörige Interzellularvolumen subtrahiert. Beispiel: *Ficaria verna* - Ausschnittvolumen 0,299 mm^3 minus Interzellularvolumen 0,103 mm^3 = 0,19 mm^3. In dieser neuen Volumzahl 0,19 mm^3, die eine Summe von Einzelvolumina darstellt, be-

19. Tabelle.

	Zellvolumen mm^3	Zahl der Zellchloropl.	Zellchloropl. oberfl. mm^2	Zellchloropl. volumen mm^3
Gruppe a.				
Hippuris vulgaris	3170.10^{-8}	40	0,00332	0,00000166
Caltha palustris	5170. "	70	0,00510	0,00000280
Ranunc. aquat. Landform	5350. "	61	0,00488	0,00000241
Leucojum vernum	7850. "	110	0,00634	0,00000430
Ficaria verna	8780. "	177	0,00853	0,00000430
Fritillaria alba	13700. "	300	0,01560	0,00000978
" imperialis	16900. "	360	0,01680	0,00000936
Gruppe b.				
Fagus silv. Schatt.	220. "	12	0,00067	0,00000035
" " Sonnenbl.	255. "	15	0,00070	0,00000032
Prunus scrot.Schatt.	182. "	14	0,00072	0,00000030
" " Sonnenbl.	290. "	30	0,00130	0,00000051
Gruppe c.				
Tropaeol. majus	1140. "	57	0,00264	0,00000104
Linaria vulgaris	1580. "	52	0,00243	0,00000089
Ranunc. aquatilis (Schwimmbl.)	4620. "	81	0,00623	0,00000307

18. Tabelle.

Auf 1 mm² Blattflächenausschnitt entfallen:

	Blattvolumen mm³	Interzellularvolumen mm³	Gesamtchlor-pl.-Oberfl. mm²
Gruppe a.			
Ficaria verna	0,299	0,103	10,8
Leucojum vernum	0,645	0,274	13,5
Fritillaria imperialis	0,541	0,175	30,9
" alba	0,399	0,089	24,8
Caltha palustris	0,341	0,088	19,8
Ranunculus aquatilis (Landform)	0,284	0,070	17,2
Hippuris vulgaris (Luftbl.)	0,310	0,087	19,4
Gruppe b.			
Fagus silvatica, Sonnenblatt	0,182	0,031	31,0
" " Schattenblatt	0,094	0,022	14,8
Prunus serotina, Sonnenblatt	0,190	0,036	33
" " Schattenblatt	0,145	0,040	21
Gruppe c.			
Tropaeolum majus	0,042	0,042	19,8
Linaria vulgaris	0,359	0,100	32,2
Ranunculus aquatilis (Schwimmbl.)	0,435	0,132	38,3

steht eine Gesamtchloroplastenoberfläche von 10,8 mm². Es folgt zuletzt die Umrechnung dieser 10,8 mm² Chloroplastenoberfläche auf die Einheit 0,10 mm³ Zellvolumina.

Beispiel: 0,19 mm³ Zellvolumina .....10,8 mm² Chloroplastenoberfl.
0,10 " " ? "
= 5,7 " "

Überblicke ich noch einmal in diesem Sinne die gewonnenen Zahlen der Tabelle 18, Seite 476 - 477, so ist der Schluss berechtigt, dass ein Zusammenhang zwischen Zellvolumina und Chloroplastenoberfläche bestehen muss. In einer Masseinheit von Zellvolumina entwickelt sich ja bei bestimmten Pflanzengruppen eine gleiche oder annähernd gleiche Gesamtoberfläche der sich in dieser Masseinheit befindenden Einzelchloroplasten. Als Folgerung ergibt sich, dass in gleichen Einzelzellvolumina eine gleiche Oberfläche der Zellchloroplasten besteht, oder dass mit veränderlichem Einzelzellvolumen sich die Zellchloroplastenoberfläche verändert Ich will dieses in Tabelle 19 untersuchen.

Die Untersuchung, wie Tabelle 19 zeigt, bestätigt vollauf die letzte Folgerung, nämlich die nahe Beziehung zwischen Einzelzellvolumen und der Zellchloroplastenoberfläche. Die in Tabelle 19 dargestellten Werte sind Mittelwerte, und zwar ist das Zellvolumen ein Mittel aus den Zellen des Assimilationsgewebes (Palissadenparenchymzellen und Schwammparenchymzellen) und die Zahl der Zellchloroplasten ein Mittel aus den in den eben genannten Zellen befindlichen Chloroplasten.

Gruppe a. - Hierher gehören krautige und frühblühende Pflanzen. Mit wachsendem Zellvolumen nimmt die Zellchloroplastenoberfläche zu. Aus den Zahlen geht klar hervor, dass das Verhältnis ein direkt proportionales ist:

Zellvolumina = Verhältnis = 31 : 51 : 78 : 87 : 137 : 169
Zellchloroplastenoberflächen = Verhältnis = 33 : 51 : 48 : 63 : 156 " 168

Gruppe b. - Holzige Pflanzen. Die absolute Zellchloroplastenoberfläche ist bedeutend stärker entwickelt als bei den Pflanzen in Gruppe a, aber die Proportionalität zwischen Einzelzellvolumen und Zellchloroplastenoberfläche bleibt bestehen.

Fagus silvatica: Zellvolumen = 22 : 25 oder 1 : 1,2
Zellchloroplastenoberfläche = 67 : 70 " 1 : 1,05
Prunus serotina: Zellvolumen = 18 : 29 " 1 : 1,7
Zellchloroplastenoberfläche = 72 : 130 " 1 : 1,8

18. Tabelle.

Auf 1 mm^2 Blattflächenausschnitt entfallen:

Unter Abzug der Interzellularen entfällt auf die Einheit 0,10 mm^3 Zellvolumina folgende Gesamtchloroplastenoberfläche:	Volumen des ganzen Blattes mm^3	Interzellular-Volumen mm^3
0,29 - 0,10 = 0,19 mm^3 .....5,7 mm^2	392	135
0,64 - 0,27 = 0,37 " .....3,6 "	1495	620
0,54 - 0,17 = 0,37 " .....8,3 "	1910	515
0,40 - 0,09 = 0,31 " .....8,0 "	312	70
0,34 - 0,09 = 0,23 " .....8,6 "	1580	407
0,28 - 0,07 = 0,21 " .....8,2 "	27	6,7
0,31 - 0,08 = 0,23 " .....8,4 "	6,2	1,75
0,18 - 0,15 = 0,15 " .....20,6 "	458	78
0,09 - 0,07 = 0,07 " .....21,0 "	338	80
0,19 - 0,15 = 0,15 " .....22,0 "	290	56
0,14 - 0,10 = 0,10 " .....21 "	290	87
0,19 - 0,15 = 0,15 " .....13,2 "	1120	249
0,36 - 0,26 = 0,26 " .....12,4 "	23	6,4
0,43 - 0,30 = 0,30 " .....12,7 "	178	54

Gruppe c. - Krautige Pflanzen (stark entwickeltes Palissadengewebe). Die absolute Zellchloroplastenoberfläche ist wieder stark entwickelt. Die Proportionalität ist im allgemeinen vorhanden. *Tropaeolum* und *Linaria* mit ähnlichen Zellvolumen ($1140 . 10^{-8} mm^3$, $1580 . 10^{-8} mm^3$) haben eine ähnliche Chloroplastenoberfläche (26, 24). Die Zellvolumina von *Linaria* und *Ranunculus* verhalten sich rund wie 1 : 3, desgleichen die Zellchloroplastenoberflächen wie 24 : 62 oder 1 : 3.

Soll das in diesen Beispielen hervortretende verallgemeinert werden, so kann ich sagen, dass Einzelzellvolumen und Zellchloroplastenoberfläche mit direkter Proportionalität in Beziehung zueinander stehen. Es bestände eine Zellvolumen - Zellchloroplastenoberflächen-Relation. Vergleiche ich Einzelzellvolumen und Zellchloroplastenvolumen, so findet sich eine ähnliche Beziehung n i c h t. Beispiel:

Gruppe a:

Verhältnis der Zellvolumina = 31 : 51 : 53 : 78 : 87 : 137 : 169.

Verhältnis der Zellchloroplastenvolumina = 16 : 28 : 24 : 43 : 43 : 97 : 93

Letzteres erscheint von Wichtigkeit für die hier angestellte Untersuchung, denn - nicht das Zellchloroplastenvolumen, sondern die Zellchloroplastenoberfläche tritt als massgebender Beziehungsfaktor hervor. Damit erhalte ich einen indirekten Beweis dafür, dass die Chloroplasten-Oberfläche, nicht das Chloroplasten-Volumen für die Lebensvorgänge, nämlich Anlagerung und Aufnahme der Moleküle des Kohlendioxyds, von wichtigster Bedeutung ist.

Von dieser Tatsache aus ist nun auch klarer zu verstehen, was ich Seite 469 ausführte. Dadurch, dass die Sonnenblätter ihre Einzelchloroplastenvolumina verringern, vergrössern sie ihre Gesamtchloroplastenoberfläche, d.i. ihre Assimilationsoberfläche, und sie erhalten dadurch die Möglichkeit zu grösserer Assimilationsenergie. Im vorigen ist eine neue Beziehung zwischen Zelle und Zellbestandteil aufgedeckt worden, nämlich eine direkt proportionale Relation zwischen Zellvolumen und Zellchloroplastenoberfläche.

Kurz möchte ich hier an die Untersuchungen von BOVERI (4) erinnern. Dieser Forscher fand die Abhängigkeit der Kerngrösse von der Chromosomenzahl. Die Kerne der Seeigellarven waren in ihrer Grösse der Chromosomenzahl ihrer Ahnzellen proportional. Die Kerne diplokaryotischer Larven besassen eine doppelt so grosse Oberfläche als diejenigen hemikaryotischer. Somit besteht eine direkte Proportionalität zwischen Oberfläche der Kerne und Chromosomenzahl. Zuletzt wies BOVERI nach, dass die Z e l l g r ö s s e eine Funktion der Kerngrösse, der K e r n o b e r f l ä c h e und also auch der Chromosomenzahl ist.

20. Tabelle.

	Einzelzellvolumen mm^3	Reines Einzelzellvolumen	Membran Volumen mm^3	Kern-Volumen mm^3	Zytoplasma-Volumen	Zellchloropl.vol.	Saftraum-Volumen mm^3
Leuc. ver.	7850.10^{-8}	7350.10^{-8}	500.10^{-8}	70.10^{-8}	400.10^{-8}	430.10^{-8}	6450.10^{-8}
Frit. alba	13700. "	12900. "	800. "	168. "	700. "	978. "	11054. "
" imper.	16900. "	15800. "	1100. "	169. "	900. "	936. "	13795. "
Caltha p.	2930. "	2590 "	340. "	40. "	130. "	249. "	2171. "
Ficar. v.	6460. "	5940 "	520. "	83. "	300. "	376. "	5181. "
Ran. aqu.							
Landf.	4190. "	3890. "	300. "	36. "	190. "	245. "	3419. "
Wasserf.	1130. "	980. "	150. "	13. "	44. "	61. "	862. "
Schwimmb.	4830. "	4410. "	420. "	51. "	230. "	273. "	3856. "
Hipp. vulg.							
Luftbl.	3140. "	2900. "	240. "		140. "	166. "	
Wasserbl.	2760. "	2530. "	230. "	(16)?"	90. "	110. "	2314. "
Lit. lac.	7950. "	7450. "	500. "	55. "	150. "	262. "	6983. "
Trop. maj.	1230. "	1110. "	120. "	18. "	70. "	106. "	916. "
Lin. vulg.	1580. "	1470. "	110. "	13. "	70. "	89. "	1298. "
Genist. t.	386. "	537. "	49. "	13. "	26. "	64. "	234. "
Fagus silv.							
Schatt.bl.	180. "	147. "	33. "		21. "	29. "	
Sonnenbl.	194. "	155. "	39. "		22. "	28. "	
Prun. serot.							
Schatt.bl.	160. "	127. "	33. "		19. "	26. "	
Sonnenbl.	212. "	173. "	39. "		24. "	29. "	

E. *DIE RAUMERFÜLLUNG DER ZELLBESTANDTEILE IN IHREM GEGENSEITIGEN VERHÄLTNIS.*

In Tabelle 20, Seite 478 - 479, sei die Raumerfüllung der Zellinhaltsbestandteile dargestellt.

Die untersuchten Blätter zeigen, dass die grösseren Kernvolumina im allgemeinen in den grösseren Zellvolumina zu finden sind, und die kleineren Kernvolumina in den kleineren Zellvolumina. Die 3 Vertreter der Liliifloren besitzen die grössten Kernvolumina. Vom reinen Zellvolumen nimmt das Kernvolumen der Blätter krautiger Pflanzen 0,8 - 1,5%, im Mittel 1,1% ein. Bei *Genista tinctoria*, einem holzigen Strauch, entfällt auf das Kernvolumen eine höhere Prozentzahl (3,7%), ob ähnliches auch für *Fagus* und *Prunus* gilt, liess sich nicht feststellen, da die Kerne nicht zu messen waren. Cytoplasma- und Zellchloroplastenvolumen nehmen bei den krautigen Pflanzen 3,5 - 5,6% und 4,3 - 9,5% vom reinen Zellvolumen ein, bei den holzigen 7,7 - 14,9% und 16,7 - 20,4%. Das ergibt für die ersteren ein Mittel von 4,8 und 6,3%, für die letzteren von 12,8 und 18,7%. Somit entfällt auf das Saftvolumen der krautigen Pflanzen 87,8%, auf das der holzigen 66-69%. Von den krautigen Pflanzen besitzen die Wasserpflanzen die grössten Saftvolumina. *Litorella* 93,7%, *Hippuris* (Wasserblatt) 91,5%, *Ranunculus* (Wasserform) 88%.

Die Kern-, Cytoplasma- Chloroplastenrelation schwankt zwischen 1 : 2 : 4,9 und 1 : 5,6 : 6,8. Der Kern beherrscht ein Zellchloroplastenvolumen, welches in einigen Fällen doppelt so gross ist wie das Cytoplasmavolumen (*Genista, Litorella, Caltha*); in anderen Fällen nähert sich das Cytoplasmavolumen dem Zellchloroplastenvolumen (*Fritillaria imperialis*). Eine bestimmte Regel lässt sich aus den Relationen nicht ableiten. Wohl deuten die Verhältnisse der Liliifloren (*Leucojum, Fritillaria alba* und *F. imperialis*) und der Ranunculaceen (*Caltha, Ficaria, Ranunculus*) auf eine annähernde Ähnlichkeit innerhalb der Familie hin. Im allgemeinen schwanken alle hier berechneten Relationen innerhalb geringer Grenzen. Das Cytoplasmavolumen beträgt rund 1/3 des Zellchloroplastenvolumens. Der Mittelwert

20. Tabelle.

in % des reinen Zellvolumens					Kern-Zytoplasma-Zellchloroplasten-Relation.	Zytopl.-Zellchloropl.-Relation
Membran	Kern	Zytoplasm.	Zellchlp.	Saftr.		
6,3	0,9	5,4	5,8	87,9	1 : 5,7 : 6,1	1 : 1,07
5,8	1,3	5,4	7,5	85,8	1 : 4,1 : 5,8	1 : 1,39
6,5	1,0	5,6	5,9	87,5	1 : 5,3 : 5,6	1 : 1,04
11,6	1,5	5,0	9,5	84,0	1 : 3,2 : 6,2	1 : 1,91
8,0	1,3	5,0	6,3	87,4	1 : 3,6 : 4,5	1 : 1,25
7,1	0,9	4,8	6,3	88,0	1 : 5,2 : 6,4	1 : 1,29
13,2	1,3	4,5	6,2	88,0	1 : 3,4 : 4,7	1 : 1,38
8,6	1,1	5,2	6,1	87,6	1 : 4,5 : 5,3	1 : 1,18
7,6		4,8	5,7			1 : 1,18
8,3	0,7	3,5	4,3	91,5	1 : 5,6 : 6,8	1 : 1,22
6,2	0,8	2,0	3,5	93,7	1 : 2,7 : 4,7	1 : 1,74
9,7	1,6	6,3	9,5	82,6	1 : 3,8 : 5,9	1 : 1,51
6,9	0,9	4,8	6,0	88,3	1 : 5,4 : 6,7	1 : 1,27
12,6	3,7	7,7	19,0	69,6	1 : 2,0 : 4,9	1 : 2,46
18,3		14,2	19,7			1 : 1,38
20,1		14,1	18,0			1 : 1,27
20,5		14,9	20,4			1 : 1,36
18,4		13,3	16,7			1 : 1,20

der Relationen ist 1 : 4,2 : 5,7. Man hat von einer mittleren Zell- und Chloroplastengrösse gesprochen. Hinzufügen lässt sich nach meinen Messungen eine mittlere Kern- Cytoplasma- Zellchloroplastenrelation.

Mittelwerte in % des reinen Zellvolumens.

	Kernvolumen %	Cytoplasmavol. %	Zellchloropl.-Volumen %	Saftraum-Volumen %
Krautige Pfl.	1	4,8	6,3	87,9
Holzige "	1-3	12,8	18,7	66 - 68

Mittlere Kern- Cytopl.- Zellchloroplastenrelation = 1 : 4,2 : 5,7

F. ANTEIL VON EPIDERMIS, PALISSADENPARENCHYM, SCHWAMMPARENCHYM, INTERZELLULAREN UND RIPPEN AM VOLUM DES BLATTES.

(Siehe Tab. 21 auf Seite 480.)

Aus Tabelle 21 geht hervor, dass jedem Blatt seine eigene Struktur zukommt. Versuche ich aber, Zusammenhänge zu finden, so treten 2 Blattypen hervor, wenn ich das Volumen des Palissadenparenchyms mit dem des Schwammparenchyms vergleiche. Bei SCHRAMM (30) und PAULMANN (24) findet sich die Bezeichnung "Mesophyllquotient". Sie verstehen darunter den Quotient aus Dicke des Palissadenparenchyms und Dicke des Schwammparenchyms. Bei Sonnenblättern ist dieser Quotient grösser als 1, bei Schattenblättern kleiner als 1. Ich möchte hier den Quotient der Volumina verwenden. Dieser Volumquotient unterscheidet sich insofern von dem Dickenquotienten, weil in dem Volumquotient das Interzellularvolumen abstrahiert ist, in den Querschnitten zur Bestimmung der Dicke aber die Interzellulaten mitgemessen worden sind. In der letzten Spalte der Tabelle 21 sind die Volumquotienten angegeben. Danach ergibt sich:

21. Tabelle.

	Blatt-vol. mm^3	Ep. mm^3	Pa mm^3	Sch mm^3	Intz mm^3	Rippen mm^3	in % des Blattvol. Ep	Pa	Sch	Intz.	Rip	PaVol. / SchVol.
Leucoj. vernum	1495	130		701	620	44	8,7		46,9	41,4	3,0	
Fritill. imp.	1910	216		1109	515	70	11,3	35,2	58,1	26,9	3,7	
" alba	312	38	110	86	70	8	12,1	17,8	27,8	22,4	2,5	1,26
Caltha palustr.	1580	170	282	636	407	80	11	19	40,1	25,8	5,3	0,44
Ficaria verna	392	82	70	88	135	17	15	37	27	34,5	4,5	0,70
Ranunc. aquat.												
Landform	27	3,5	10	6,4	6,7	0,4	15	35,3	23,7	25	1,3	1,56
Wasserform	34		12	18,5	3	0,7		37	53,9	8,8	2	
Schwimmbl.	178	20	65	38	54	0,8	11	32	21,3	30,3	0,4	1,73
Hippuris vulg.												
Luftbl.	6,2	0,65	2	1,7	1,75	0,1	10,4		27,9	28,1	1,6	1,14
Wasserbl.	3	0,46		2,3	0,15	0,08	15		77,2	5	2,8	
Litorella lac.	206	4	36	53	110	3	2	17,4	25,7	53,4	1,5	0,67
Trop. majus	1120	156	385	185	249	145	13,9	34,3	16,5	22,2	13	2,07
Linaria vulg.	23	1,2	7,5	6,1	6,4	1,8	5,2	32,6	26,5	28	7,7	1,23
Genista tinct.	35,4	6,1		21	5,2	3,1	17,2		59,4	14,7	8,7	
Fagus Schatt.	338	67	66	102	80	23	19,8	19,5	30,1	23,6	6,9	0,64
" Sonnenbl.	458	57	194	109	78	20	12,4	42,3	23,8	17	4,3	1,78
Prunus Schatt.	290	46	40	99	87	18	15,8	13,7	34,1	30	6,2	0,40
" Sonnenbl.	290	46	111	59	56	18	15,8	38,2	20,3	19,3	6,2	1,88

1. ein Sonnenblatt oder sonnenblattähnlicher Typ $\frac{PaV}{SchV}$ grösser als 1
2. eine Schattenblatt oder schattenähnlicher Typ " kleiner als 1.

Unter Ausschluss von *Leucojum* und *Fritillaria imperialis* und der Wasserblätter von *Ranunculus* und *Hippuris*, bei denen kein charakteristisches Pa und Sch ausgebildet wird, sowie des isolateralen Blattes von *Genista* gehören zu

Typ 1: *Ranunculus* (Schwimmblatt und Blatt der Landform), *Hippuris* (Luftblatt) *Tropaeolum, Linaria, Prunus* (Sonnenblatt) und *Fagus* (Sonnenblatt).

Typ 2: *Caltha palustris, Ficaria verna, Litorella lacustris, Fagus* (Schattenblatt) und *Prunus* (Schattenblatt).

Mittelwerte in Prozenten des Blattvolumens.

	Ep.	Pa.	Sch.	Interz.	Rippen	$\frac{Pa\ V}{Sch\ V}$
Typ 1	12%	36%	23%	22%	7%	1,56
Typ 2	12%	18%	31%	33%	6%	0,58

G. DIE VERTEILUNG VON GESAMTMEMBRANVOLUMEN, INTERZELLULARVOLUMEN, RIPPENVOLUMEN UND GESAMTVOLUMEN DER SUMME ALLER REINEN ZELLVOLUMINA.

(Siehe Tab. 22 auf Seite 481.)

Das Gesamtmembranvolumen erhielt ich, indem ich das Membranvolumen der Einzelzelle mit der Summe aller Blattzellen multiplizierte. Das grösste Gesamtmembranvolumen besitzen die Laubblätter von *Fagus* (16,2 und 19%). Ein grösseres Gesamtmembranvolumen haben auch die Wasserblätter von *Hippuris* (12,6%) und *Ranunculus* (7,6%); im übrigen beträgt das mittlere Gesamtmembranvolumen der krautigen Pflanzen 5,3% des Blattvolumens. Das grösste Gesamtvolumen der Summe aller reinen

22. Tabelle.

	a Gesamtmembranvolumen mm³	b Interzellularvolumen mm³	c Volumen der Hauptrippen mm³	d Gesamtv. d. reinen Zellvolumina mm³	In % des Blattvolumens a %	b %	c %	d %
Leucojum vern.	52	620	44	779	2,9	41,4	3,4	52,3
Fritill. imper.	125	515	70	1200	6,5	26,9	3,7	62,9
Ficaria verna	17	135	17	223	4,3	34,4	4.5	56,8
Ranunculus								
Landform	1,5	6,7	0,4	18,4	5,0	25,0	1,3	70,0
Wasserform	2,6	3	0,7	27,7	7,6	8,8	2,0	81,6
Hippuris								
Luftblätter	0,4	1,75	0,1	3,95	6,4	28,1	1,6	63,9
Wasserblatt	0,38	0,15	0,085	2,385	12,6	5,0	2,8	79,6
Tropaeol. majus	73	249	145	941	6,5	22,2	12,9	58,4
Linaria vulg.	1,6	6,4	1,8	13,2	6,9	28	7,7	57,4
Fagus								
Schattenbl.	55	80	23	180	16,9	23,6	6,9	53,3
Sonnenblatt	88	78	20	280	19,0	17,0	4,3	69,7

Zellvolumina findet sich bei den Wasserblättern (*Hippuris* 79,6% und *Ranunculus*, Wasserform, 81,6%).

Mittelwerte der Volumina in % des Blattvolumens.

	a	b	c	d
Blätter von krautigen Pflanzen	6%	24%	5%	65%
Blatt von Fagus silvatica	17%	20%	6%	57%

H. DIE VERÄNDERUNG DES ZELLVOLUMENS VON DER BLATTBASIS ZUR SPITZE HIN.

23. Tabelle.

	Basis mm³	Mitte mm³	Spitze mm³
Hippuris vulgaris	260 . 10^{-8}	220 . 10^{-8}	220 . 10^{-8}
Ranunculus, Schwimmblatt	5240 . "	5070 . "	4210 . "
Genista tinctoria	394 . "	376 . "	388 . "
Tropaeolum majus	1290 . "	1320 . "	1070 . "
Linaria vulgaris	1480 . "	1790 . "	1480 . "
Fagus (Sonnenblatt)	247 . "	243 . "	247 . "
Prunus (Schattenblatt)	150 . "	182 . "	148 . "

Tabelle 23 enthält die mittleren Zellvolumina der Palissadenzellen von Basis, Mitte und Spitze. Die Volumina sind entweder in allen Blatteilen gleich (*Fagus*, Sonnenblatt), oder es ist eine Zunahme bis zur Mitte, dann eine Abnahme bis zur Spitze festzustellen (*Linaria*, *Tropaeolum*, *Prunus*, Schattenblatt), oder es zeigt sich eine allmählige Abnahme von der Basis zur Spitze hin, wie bei *Ranunculus* u. *Hippuris*.

V. KRITISCHE BESPRECHUNG DER ANSICHT SCHRAMMS ÜBER DIE SONNEN- UND SCHATTENBLÄTTER DER HOLZPFLANZEN.

In dem Abschnitt über die Sonnen- und Schattenblätter von *Fagus silvatica* und *Prunus serotina* kam ich Seite 472, 473 zu dem Schluss, dass zwischen Sonnen-und Schattenblatt der ausgewachsenen Pflanze eine durchgehende Verwandtschaft besteht. Sollen hier die Blätter der ausgewachsenen Bäume als "Folgeblätter" bezeichnet werden, so drängt sich nach Betrachtung der Befunde die Vorstellung auf, dass Sonnen- und Schattenblatt gemäss stärkerer und schwächerer Beleuchtung zwei verschieden differenzierte Folgeblätter sind. Diese Darstellung widerspricht der Auffassung SCHRAMMs (30), der in den Schattenblättern ein erneutes Auftreten der Primärblätter (die Blattform der Sämlinge) sieht. Er entwickelt seine Ansicht im Hinweis auf die bekannten Versuche GOEBELs mit *Campanula rotundifolia*. Diese besagen, dass das Rundblatt von *Campanula* eine Anpassung an schwache, und dass das Schmalblatt eine Anpassung an starke Lichtintensitäten ist. Bei schwacher Beleuchtung erfolgt nur Rundblattbildung. Diese wiederholt sich aber auch, sobald eine Pflanze mit Rund- und Schmalblättern aus günstiger zurück in mangelhafte Beleuchtung gebracht wird. Nun ist nach SCHRAMM das eben erwähnte Wiederauftreten der Rundblätter, also der Primärblätter, dem Erscheinen der Schattenblätter bei den erwachsenen Bäumen gleichzusetzen, denn auch diese Schattenblätter entwickeln sich im Bauminnern unter geringerer Beleuchtung. Den Beweis liefert SCHRAMM durch die anatomische Untersuchung der Primär-, Sonnen- und Schattenblätter der Holzpflanzen und der Schmal- und Rundblätter von *Campanula rotundifolia*. Die anatomische Untersuchung ergibt, dass zunächst der Bau des Rundblattes zu dem des Schmalblattes in einem gleichen Verhältnis steht wie der Bau des Primärblattes eines Sämlings zum Sonnenblatt des erwachsenen Baumes. Da weiter das Schattenblatt des erwachsenen Baumes die charakteristischen anatomischen Merkmale der Primärblätter des Sämlings aufweist, so folgert SCHRAMM, dass das Schattenblatt eine Wiederholung der Jugendform ist, gleichwie das Rundblatt bei *Campanula* bei geringer Lichtintensität später wieder aufzutreten vermag, wenn die Pflanze schon zahlreiche Schmalblätter gebildet hatte.

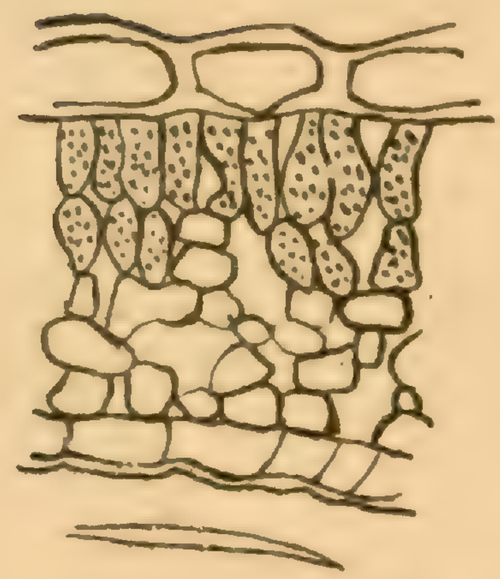
Berechtigen die anatomischen Befunde zu diesen Schlüssn? Beim Pflanzensammeln gefundene *Campanula*-Arten habe ich häufig auf den anatomischen Blattbau hin geprüft. Das zusammenfassende Ergebnis zeigen die Abbildungen auf Seite 483. Die Abbildungen a, b und c sind der Abhandlung von SCHRAMM entnommene Zeichnungen: a ist ein Rundblatt mit Schattenblattcharakter, b. ist ein Übergangsblatt und c. ein Schmalblatt von ausgeprägtem Sonnenblatttypus. Blätter d und e sind ein von mir gezeichnetes Rund- und Schmalblatt einer Pflanze, welche in tiefem Schatten wuchs, f und g sind Schmal- und Rundblatt einer Sonnenpflanze. e ist einmal ein Beweis dafür, dass Schmalblätter auch unter mangelhaften Lichtintensitäten entstehen können, zum andern beweist es aber, worauf es mir hier ankommt, dass Schmalblätter (Folgeblätter) unter gewissen Bedingungen den anatomischen Bau der Rundblätter Primärblätter) besitzen können. Das umgekehrte, dass Rundblätter (Primärblätter) den anatomischen Bau der Schmalblätter (Folgeblätter) entwickeln, ergibt sich aus Bild f und g. Somit lässt sich feststellen, dass Sonnenblatt- und Schttenblatttypus sowohl beim Schmalblatt (Folgeblatt), siehe Bild e und g, wie auch beim Rundblatt (Primärblatt)-Bild d und f - vorkommen. Je nach den äusseren Bedingungen hat *Campanula* beim Folge- und Primärblatt beide Blattypen. Der anatomische Bau kann darum nicht als Kriterium zur Unterscheidung von Primär- und Folgeblatt Verwendung finden. Was Primär- und Folgeblatt erkennen lässt, ist a l l e i n die morphologische Gestalt.

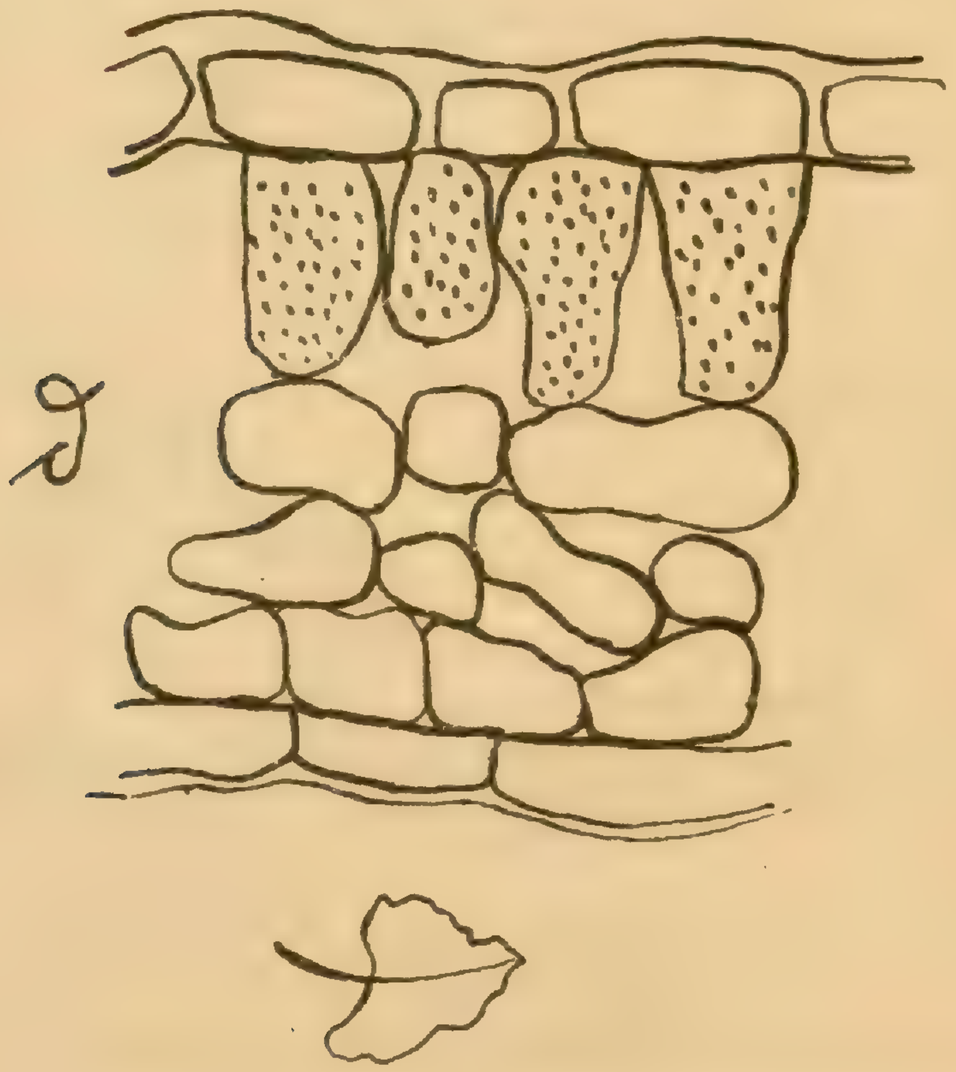
Kehre ich danach zur Betrachtung der Sonnen- und Schattenblätter von *Fagus* und *Prunus* zurück. Morphologisch sind die Unterschiede zwischen Sonnenblatt, Schattenblatt und Blatt des Sämlings gering. Das ergibt eine Schwierigkeit im Vergleich mit Folge- und Primärblatt anderer Pflanzen. Der anatomische Bau, das zeigen die letzten Ausführungen, kann zur Feststellung, ob wir ein Folge- oder Primärblatt vor uns haben, nicht verwandt werden. So komme ich zu dem Schlusse, dass SCHRAMMs

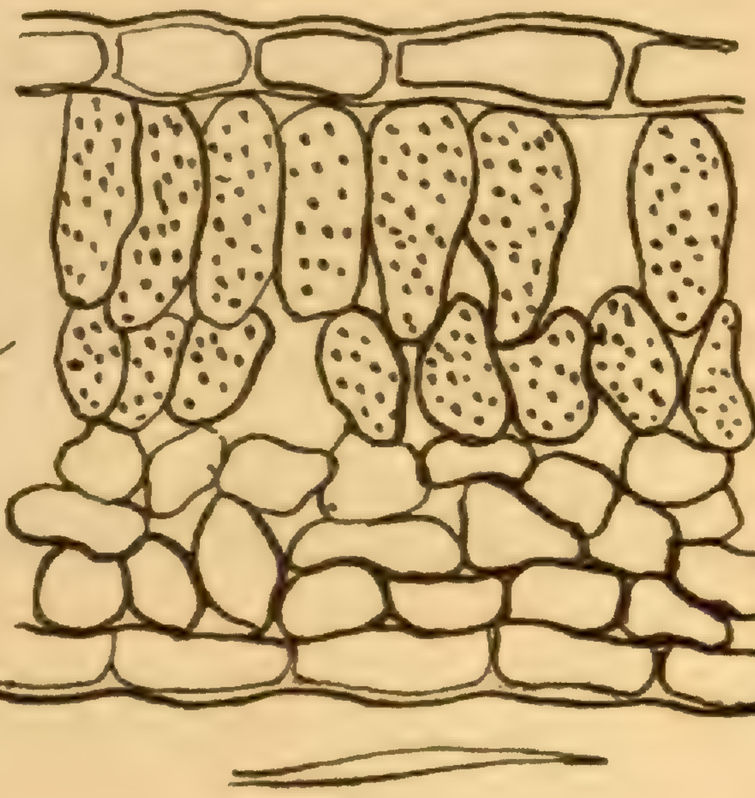
Fig. 87
Tafel VIII.

Fig. 89
Tafel VIII.

Fig. 91
Tafel VIII.







Auffassung über die Schattenblätter der Buche keine feste Grundlage besitzt. Damit besteht meine erste Ansicht vollauf zu Recht, dass Sonnenblatt und Schattenblatt differenzierte Formen des erwachsenen Baumes sind, dass das Schattenblatt eine Anpassung an den Schatten ist. Wenn Schattenblatt und Blatt des Sämlings ähnlichen anatomischen Bau zeigen, so ist dies einfach eine Konvergenzerscheinung, da der Buchensämling unter natürlichen Verhältnissen im tiefsten Waldesschatten gedeiht. Und wenn der Sonnenämling bei künstlicher Züchtung noch in seinem anatomischen Bau Schattenmerkmale aufweist (SCHRAMMs Zahlen zeigen zudem, dass hier schon ein deutliches Hinneigen zum Sonnenblatt-Typus vorhanden ist), so ist das damit zu erklären, dass die erblichen, induzierten Einflüsse stärker sind als die äusseren. Es sei nur auf die Arbeiten NORDHAUSENs (23) hingewiesen, der die Nachwirkungen früher Vegetationsperioden untersucht.

Zuletzt möchte ich noch einen Versuch anführen, der zwar nicht zum Abschluss gekommen ist, der aber deutlich zeigt, dass ein Folgeblatt neben seinem typischen anatomischen Bau auch den typischen Bau des Primärblattes besitzen kann. *Litorella lacustris* hat zweierlei Blätter. GLÜCK (10) nennt die zylindrischen, im Querschnitt runden oder elliptischen Blätter "Primärblätter", die dorsiventralen, halb stielrunden, oberseits mit einer mehr oder minder tiefen Rinne versehenen Blätter der Landform "Folgeblätter". Ich brachte nun diese Landform ins Wasser, und es entwickelten sich alsbald Folgeblätter von für diese typisch m o r p h o l o g i s c h e m Bau, aber dabei zeigten sie eine ausgesprochen anatomische Übereinstimmung mit den Primärblättern.

VI. ZUSAMMENFASSUNG.

A. Das Schnittbild des Mikroskops vermag uns keine Vorstellung von dem tatsächlichen Volumen eines Organes und seiner Einzelteile zu geben. Das Schnittbild ist ein Flächenbild. Alle Messungen, die an diesem Flächenbild angestellt werden, seien es lineare oder zweidimensionale Messungen, können zu Fehlern und Ungenauigkeiten führen, wenn aus ihnen Schlüsse auf die Volumina der Organe abgeleitet werden. Somit erwächst die Notwendigkeit volumetrischer Messungen, denn die zu messenden Organe sind Körper, und darum sollten nur die räumlichen Ausmasse bestimmt werden. Zwar haften unsern heutigen Volumbestimmungen unvermeidliche Fehler an, aber diese Bestimmungen sind zunächst auch in ihren mehr oder weniger groben Annäherungswerten zu gebrauchen, vor allem aber leisten sie Vorarbeit für eine feinere Methode, die noch zu erdenken ist.

B. Die volumetrische Bestimmung des Moosblattes und seiner Teile führte zu folgenden Ergebnissen:

1. Im Moosblatte besteht eine durchgehende Abnahme des Zellvolumens von der Blattbasis zur Spitze hin.

2. Bei Blättern derselben Art variiert das mittlere Zellvolumen mit der Grösse des Blattvolumens, so dass kleinvolumige Blätter kleinere Zellvolumina und grossvolumige Blätter grössere Zellvolumina besitzen. Die Grösse des Blattvolumens hängt also nicht allein von der Zellenzahl, sondern auch von der Grösse des Zellvolumens ab.

3. Innerhalb einer Familie kann, soweit meine Messungen gehen, ein ähnliches mittleres Zellvolumen bestehen, in anderen Familien aber wieder nicht.

4. Eine Beziehung zwischen Zell- oder Blattvolumen und Einzelchloroplastenvolumen besteht nicht. Wohl zeigen die Messungen einen Zusammenhang zwischen Einzelchloroplastenvolumen und natürlichem Verwandtschaftsverhältnis, denn die Vertreter einer Familie haben ein ähnliches Einzelchloroplastenvolumen.

5. Zellchloroplastenvolumen und Zellchloroplastenoberfläche wachsen und fallen mit dem Zellvolumen.

6. Das Moosblatt entwickelt eine Gesamtchloroplastenoberfläche, die gleich bis doppelt so gross ist wie die Gesamtblattoberfläche.

7. Die Moosblattzellen zeigen folgende Verteilung der Zellbestandteile: Das Membranvolumen nimmt 20 bis 57% des Zellvolumens ein. Innerhalb des reinen Zellvolumens entfallen auf das Kernvolumen 0,7 - 3,6%, auf das Cytoplasmavolumen

5,4 - 20,9%, auf das Zellchloroplastenvolumen 5,8 - 25% und auf das Saftvolumen 62,7 - 85,4%.

8. Als Relationen des Kern-, Cytoplasma- und Zellchloroplastenvolumens ergeben sich die Verhältnisse 1 : 3,1 : 4,1 - 1 : 4 : 3,8 - 1 : 4,8 : 4,4 - 1 : 7,4 : 8,1 - 1 " 7,9 : 8,5. Die mittlere Kern-Cytoplasma-Zellchloroplastenrelation beträgt somit 1 : 5,4 : 5,8. Der Kern beherrscht also ein Cytoplasmavolumen, das dem Zellchloroplastenvolumen an Volumgrösse ähnlich ist.

C. Die Ergebnisse der volumetrischen Messung des Blattes und der Blattbestandteile höherer Pflanzen sind die folgenden:

1. Die Ausbildung des Interzellularvolumens im sich entwickelnden Blatte verläuft bei den verschiedensten Blättern in gleichartiger Weise. Die stärkste Zunahme erfolgt in den jüngsten Stadien des Blattes, darauf wächst das Interzellularvolumen allmählig bis zur vollen Entfaltung des Blattes an. Dieses Anwachsen scheint zum Teil in Sprüngen zu geschehen. Wenn die Blätter ihr halbes Volumen erreicht haben, so sind rund 3/4 des Interzellularvolumens entwickelt.

2. Bei der Betrachtung der Verteilung der Interzellularen innerhalb des Blattes treten 2 Typen hervor. Zum ersten Typus gehören Blätter, deren Interzellularen in allen Blatteilen gleichvolumig sind, das sind die Blätter der Bäume und Sträucher und lederartige, immergrüne Blätter. Zum zweiten Typus gehören Blätter, deren Interzellularvolumen vom Rande bis zur Mitte und von der Spitze zur Basis hin zunimmt, das sind die Blätter der Wasser- und Sumpfpflanzen.

3. Die Interzellularsysteme sind entweder gekammert oder nicht gekammert. Nicht gekammerte Interzellularsysteme haben die wintergrünen Blätter und die meisten Blätter der Wasser- und Sumpfpflanzen. Gekammerte Interzellularsysteme sind bei den Blättern der sommergrünen Laubbäume und Sträucher und bei den Blättern krautiger Pflanzen zu finden.

4. Eine einfache Beziehung zwischen Standort und Grösse des Interzellularvolumens oder zwischen letzterem und Grösse der Transpiration besteht nicht. Das Interzellularvolumen ist nur ein Faktor in der Reihe der Blattstrukturen, die in den verschiedensten Kombinationen die Transpirationsgrösse bestimmen.

5. Ein Zusammenhang zwischen Zell- oder Blattvolumen und Einzelchloroplastenvolumen tritt nicht in die Erscheinung. Eine Beziehung zwischen Einzelchloroplastenvolumen und natürlichem Verwandtschaftsverhältnis wie bei den Moosen, ist bei den höheren Pflanzen nicht festzustellen. Im allgemeinen scheinen die Blätter der Pflanzen, die sich unter kräftiger Beleuchtung entwickeln, die kleineren Einzelchloroplastenvolumina zu besitzen.

6. Bei den Moosen, die mit ganzer Blattfläche Kohlensäure aufnehmen, ist die Gesamtchloroplastenoberfläche gleich wie doppelt so gross wie die Gesamtoberfläche des Blattes. Bei den höheren Pflanzen ist die Gesamtchloroplastenoberfläche ein 6- bis 16-faches der Gesamtblattoberfläche, doch ist die Kohlensäure aufnehmende Fläche hier die Interzellularen-Oberfläche. Ob zwischen dieser und der Gesamtchloroplastenoberfläche ein ähnliches Verhältnis wie zwischen Gesamtblattoberfläche und Gesamtchloroplastenoberfläche bei den Moosen besteht, kann nicht festgestellt werden, da es unmöglich ist, die Grösse der Interzellularenoberfläche zu messen. Zwischen dem Interzellularvolumen und der Gesamtchloroplastenoberfläche sind keinerlei Beziehungen festzustellen.

7. Als wichtigstes Ergebnis konnte ich den Nachweis erbringen, dass das Zellvolumen und die Zellchloroplastenoberfläche in direkter Proportionalität zueinander stehen. Die Zellchloroplastenoberfläche, nicht das Chloroplastenvolumen, oder die Chloroplastenzahl, erscheint als der bedeutsamste Faktor für die Lebensvorgänge, insbesondere für die Anlagerung und Aufnahme der Kohlendioxyd-Moleküle. Es besteht eine **Zellvolumen - Zellchloroplastenoberflächenrelation.**

8. Das Zellvolumen der Palissadenzellen wird bei den untersuchten Blättern in nachstehender Weise von den Zellbestandteilen erfüllt: Das Membranvolumen beträgt 5,8 bis 20,5% des Zellvolumens. Im reinen Zellvolumen besteht die folgende mittlere Verteilung von Kern-, Cytoplasma-, Zellchloroplasten- und Saftraumvolumina:

Blätter krautiger Pflanzen: 1%, 4,8%, 6,3% und 87,9%,
" holziger " : 1 - 3%, 12,8%, 18,7% und 66 - 68%.

Die mittlere Kern-Zytoplasma-Zellchloroplastenrelation beträgt 1 : 4,2 : 5,7. Ein wesentlicher Unterschied zwischen dieser und der mittleren Relation der Zellbestandteile der Moosblattzellen besteht n i c h t .

9. Der Mesophyllquotient, d.i. der Quotient aus Volumen des Palissadengewebes und Volumen des Schwammgewebes, kann zur Unterscheidung zweierlei Blattypen benützt werden. Sonnen- und sonnenblattähnliche Blätter sind solche, deren Mesophyllquotient grösser als 1, Schatten- und schattenblattähnliche Blätter sind solche, deren Mesophyllquotient kleiner als 1 ist. Bei diesen beiden Blattypen stellte ich folgende Verteilung der Volumina von Epidermis, Palissadengewebe, Schwammgewebe, Interzellularvolumen und Volumen der Hauptrippen fest:

	Mittelwerte in % des Blattvolumens					Pa Vol. / Sch. Vol.
Typus 1	12%	36%	23%	22%	7%	1,56
Typus 2	12%	18%	31%	33%	6%	0,58

10. Die Verteilung von Gesamtmembranvolumen, Volumen der Interzellularen, Volumen der Hauptrippen und Gesamtvolumen der reinen Zellvolumina innerhalb des Blattes ergibt als Mittelwerte nachstehende Prozentzahlen des Blattvolumens:

die Blätter krautiger Pflanzen: 6%, 24%, 5%, 65%,
Blatt von *Fagus silvatica*: 17%, 20%, 6 %, 57 %.

11. Im Blatte der höheren Pflanzen besteht eine durchgehende Abnahme des Zellvolumens von der Basis zur Spitze hin.

12. Das Sonnenblatt von *Fagus silvatica* und *Prunus serotina* hat gegenüber dem Schattenblatt 1. eine kleinere Gesamtchloroplastenoberfläche, 2. eine kleinere spez. Oberfläche, 3. ein geringeres Interzellularvolumen, 4. ein kleineres Einzelchloroplastenvolumen, aber 5. eine stärkere Entwickelung der Gesamtchloroplastenoberfläche und 6. einen grösseren Mesophyllquotienten der Volumina.

Vorliegende Arbeit wurde im botanischen Institut der Universität Kiel ausgeführt. Ich erlaube mir, auch an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. SCHRÖDER meinen aufrichtigen Dank für die Anregung der Arbeit und das mir jederzeit erwiesene Wohlwollen auszusprechen.

LITERATURVERZEICHNIS.

(1) AMELUNG, Über mittlere Zellgrössen, in Flora LXXVII (1893), p. 176, insbes. p. 187. - (2) ARESCHOUG, Der Einfluss des Klimas auf die Organisation der Pflanzen, insbes. auf die anat. Struktur d. Blattorgane, in ENGLERs Jahrb. II (1882) p. 511, insbes. p. 514 - 520. - (3) BRENNER, Unters. an einigen Fettpflanzen, Flora LXXXVII (1900) p. 387, insbes. p. 393. - (4) BOVERI, Über die Abhängigkeit der Kerngrösse und Zellenzahl der Seeigellarven von der Chromosomenzahl der Ausgangszellen. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. XXXIX, N. F. XXXIII, S. 445. - DRIESCH, Die isolierten Blastomeren des Echinidenkeimes. Arch. f. Entwickelungsmechanik X (1900). - (6) EBERDT, Über das Palissadenparenchym, Ber. D. bot. Ges. VI (1888) p. 360, insbes. p. 373. - (7) ERDMANN, Experimentelle Untersuchung der Massenverhältnisse von Plasma, Kern und Chromosomen in dem sich entwickelnden Seeigelei. Arch. f. Zellforsch. II (1909) p. 76. - (8) GERASSIMOW, Über den Einfluss des Kernes auf das Wachstum der Zelle. Bull. Soc. imp. Natural. Moskau 1901. -(9) GOEBEL, Die Abhängigkeit der Blattform von Campanula rotundifolia von der Lichtintensität etc. Flora LXXXII (1896) p. 1. - (10) GLÜCK, Biolog. und morphol. Unters. über Wasser- und Sumpfgew. I (Jena 1905), III (Jena 1911(. - (11) HABERLANDT, Über die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkerns bei den Pfl. Jena 1887. - (12) HABERLANDT, Vergl. Anatomie des assimilator. Gewebesystems d. Pflanzen, PRINGSHEIMs Jahrb. XIII (1882) p. 74, insbes. p. 91 - 96. - (13) HERTWIG, Über Korrelation von Zell- und Kerngrösse u.s.w. Biol. Zentralbl. XXIII (03)

p. 49, 108. - (14) HEINRICHER, Über isolateralen Blattbau mit bes. Berücksichtigung d. europ. etc. Flora, PRINGSHEIMs Jahrb. XV (1884) p. 502, insbes. p. 561. - (15) HESSMER, Anat. Unters. an Sonnen- u. Schattenbl. immergrüner Pflanzen. Diss. Halle 1914, insbes. S. 39, 43, 55. - (16) KLIENEBERGER, Über d. Grösse u. Beschaffenheit d. Zellkerne mit bes. Berücksichtigung d. Systematik. Diss. Frankfurt 1917. - (17) KOHL, Die Transpiration d. Pflanzen, Braunschweig 1886, insbes. S. 90 ff. - (18) LEVI, Vergl. Unters. über d. Grösse d. Zellen. Anat. Anz. Erg. Heft zu Band XXVII. - (19) LUBIMENKO, Sur la sensibilité de l'appareil chlorophyllien des plantes ombrophiles et ombrophobes, Rev. Génér. de Bot. XVII (1905), S. 381, insbes. S. 413. - (20) MÖBIUS, Über d. Grösse d. Chloroplasten, Ber. D. bot. Ges. XXXVIII (1920) p. 224. - (21) MEYER, A., Das ergastische Organeiweiss etc. in Ber. D. bot. Ges. XXXV (1917), p. 658, insbes. p. 663 - 666. - (22) NEGER, Spaltöffnungsschluss und künstl. Turgorsteigerung, in Ber. D. bot. Gesellsch. XXX (1912) p. 179, insbes. p. 188 - 192. - (23) NORDHAUSEN, Über Sonnen- und Schattenblätter, in Ber. D. bot. Ges. XXI (1903) p. 30 und XXX (1912) p. 483. - (24) PAULMANN, Über die Anatomie des Laubblätter, Flora N.F. VII (1915) p. 227. - (25) RYWOSCH, Über die Palissadenzellen, Ber. D. bot. Ges. XXV (1907) p. 196. - (26) SACHS, Über einige Beziehungen d. spez. Grösse d. Pfl. zu ihrer Organisation, Flora LXXVII (1893) p. 49, insbes. p. 68 - 70. - (27) SIERP, Über Beziehungen zwischen Individuengrösse, Organgrösse und Zellgrösse. PRINGSHEIMs Jahrb. LIII (1914) p. 55, insbes. p. 123. - (28) SENN, Weitere Unters. über Gestalt u. Lageveränderung der Chromatophoren, Ztschr. f. Bot. XI (1919) p. 81. - (29) SCHUSTER, Die Blattaderung des dikotylen Blattes, Ber. D. bot. Ges. XXVI (1908) p. 194. - (30) SCHRAMM, Über d. anatomischen Jugendformen der Blätter einheimischer Holzpflanzen, Flora N.F. IV (1912) p. 225, insbes. p. 281 - 288. - (31) STAHL, Über den Einfluss des sonnigen u. schattigen Standortes auf d. Ausbildung der Laubblätter, Jenaische Ztschr. f. Naturw. XVI (1883). - (32) SCHENCK, Vergl. Anatomie d. submersen Gewächse, Cassel 1886. - (33) STRASBURGER, Über die Wirkungssphäre der Kerne und die Zellgrösse. Jena, 1893, insbes. p. 116 ff. - (34) UNGER, Bestimmungen d. i. den Interzellulargängen d. Pfl. enthaltenen Luftmengen, in Sitzungsber. Akad. Wien XII.1. p. 369 ff. - (35) URSPRUNG und BLUM, Zur Methode der Saugkraftmessung, in Ber. D. bot. Ges. XXXIV (1916) p. 525, insbes. p. 530 - 531. - (36) WINKLER, Über die experimentelle Erzeugung von Pflanzen mit abweichenden Chromosomenzahlen. Ztschr. f. Bot. VIII (1916) p. 417. - (37) ZIMMERMANN, Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkerns. Jena 1896, insbes. S.8 - 14.

Ende des vierten Bandes.

INHALT DES VIERTEN BANDES.
Juli - Dezember 1923.

BAIL, THEODOR,	Nekrolog von C. LAKOWITZ	2 - 3
BRANSCHEIDT, P.,	Zur Kenntnis der experimentellen Beeinflussung der Wachstumsfaktoren in der Pflanze	181 - 195
BUDDE, H.,	Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Blattes auf Grund volumetrischer Messungen	443 - 487
HEUMANN, M.,	Über die Wachstumsbeschleunigung der Pflanzen bei vermindertem Sauerstoff-Druck	413 - 443
JAAP, OTTO,	Nekrolog von C. BRICK	4 - 8
JEDWABNICK, E.,	Neue Arten der Gattung Eragrostis	327 - 328
KLEINMANN, A.,	Über Kern- und Zellteilungen im Cambium	113 - 147
KRASSKE, G.,	Navicula ventralis nov. spec.	248
LINDINGER, L.,	Vorläufige Ergebnisse meiner zweiten Kanarenreise	263 - 277
LIPPS, Th.,	Über die Unter-Kreide-Flora Nordwest-Deutschlands, besonders die Flora des Barrémien von Hildesheim	329 - 381
LOESKE, L.,	Haplolepideen und Diplolepideen in bryo-systematischer Beziehung	110 - 112
MUENCH, E.,	Zur Anatomie der Harzgänge von Pinus silvestris	195 - 200
NITSCHKE, R.,	Die geographische Verbreitung der Gattung Acalypha	277 - 317
PFEIFFER, H.,	Histologische Untersuchungen an den Stämmchen von Lagenocarpus Dracaenula und an den Knollstöcken anderer Sclerieen	147 - 153
RUPPERT, Jos.,	Ophrys fuciflora x muscifera	405 - 412
SCHMUCKER, Th.,	Zur Morphologie und Biologie geophiler Pflanzen	201 - 248
SCHULZ, P.,	Plankton-Desmidiaceen	249 - 262
SCHWARZ, H.,	Über Regeneration und Verzweigung der Rhizome einiger Asparagoideen, insbesondere von Paris quadrifolius	154 - 180
SPIRGATIS, P.,	Untersuchungen über den Wachstumsfaktor Kohlensäure	381 - 403
STEINECKE, F.,	Limonitbildende Algen der Neide-Flachmoore	403 - 405
STEINECKE, F.,	Über Beziehungen zwischen Färbung und Assimilation bei einigen Süsswasseralgen	317 - 327
WEINGERL, H.,	Beiträge zu einer Monographie der europäisch-asiatischen Arten der Gattung Draba, Sect. Leucodraba	9 - 109

Steindruck von A. Wilutzky, Königsberg Pr.